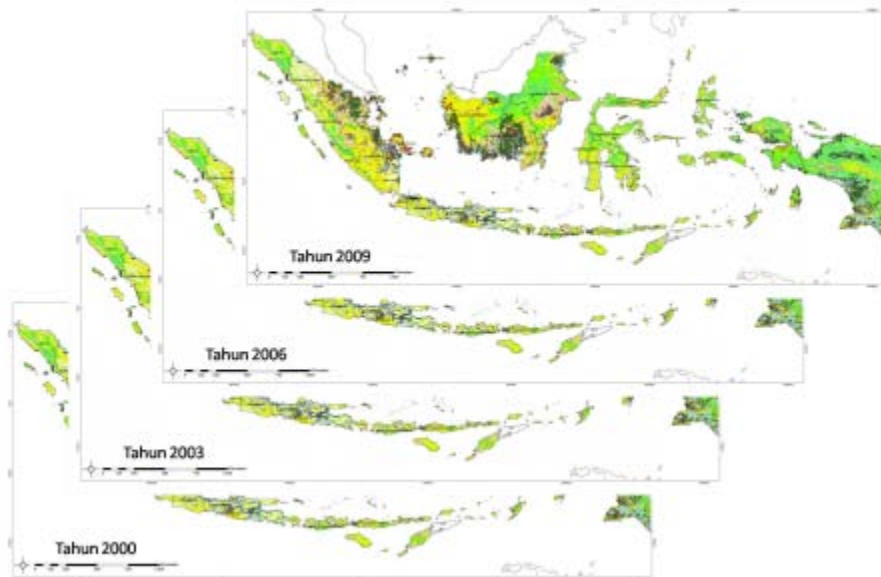


DOKUMEN

Pemantauan Hutan di Indonesia



Overview of the forest monitoring activities by the
Ministry of Forestry of Indonesia

Lembar Teknis Informasi Penerbitan

Kata Pengantar

Daftar Isi

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Tabel

Daftar Lampiran

Pendahuluan

Mengenal Hutan Indonesia

Pemanfaatan Hutan

Perlindungan Hutan

Konservasi

Forest Resources Monitoring

Pemantauan Citra Satelit

Dari Citra menjadi Peta

Analisis Spasial

Klasifikasi Citra

Groundtruthing

Forest Resources Assesment

Inventarisasi Sumber Daya Hutan

Rancangan plot

Variabel Lapangan

Aktivitas Data Spasial

Pemetaan

Peta Penutupan Lahan

Peta Deforestasi dan Degradasi

Peta Moratorium

Peta Biomassa Permukaan Hutan

Sistem Informasi Kehutanan

Alokasi Fungsi Hutan

Biodiversity Safeguards

Geographical Safeguards

Jaringan Data Spasial

Forest Reference Emission Level

Karbon Hutan

Emisi Historis dan Proyeksi Emisi

Pemantauan Pendorong Deforestasi

Rujukan

Pendahuluan

Memantau hutan di Indonesia tentu bukan pekerjaan mudah. Bayangkan sebuah negara yang merentang 5.300 km dari Barat ke Timur, dan sekitar 1.700 km dari Utara ke Selatan. Terdiri dari belasan ribu pulau yang terpisah dan dengan luas daratan 190,994 hektare, telah ditetapkan sekitar 70 persen kawasannya adalah hutan.



Mencakup kawasan yang begitu luas—terutama didorong kesadaran di bumi kita saling terkait dan tidak peduli batas negara—hutan Indonesia menjadi perhatian seluruh dunia. Dengan besarnya luas hutan yang dikelola, hutan Indonesia selalu menjadi isu penting, bukan saja bagi kepentingan dalam negeri, tetapi juga kontribusinya sebagai paru-paru dunia.

Perhatian terhadap hutan didorong pula semakin besarnya perhatian dunia karena ancaman perubahan iklim akibat emisi gas rumah kaca, pengelolaan hutan menjadi prioritas dalam kebijakan nasional, dan daerah. Hutan menjadi isu kunci dalam pembahasan emisi gas rumah kaca, karena fungsi utamanya sebagai penyerap dan penyimpan karbon.

Hutan memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim, terutama sebagai penyimpan karbon utama. Ancaman terhadap hutan, dalam bentuk degradasi dan deforestasi berarti melepaskan karbon yang disimpannya ke atmosfer. Menjaga dan menumbuhkan kembali hutan, bukan saja menjaga agar karbon tak dikeluarkan atau diemisikan, tetapi juga fungsi menyerap karbon dan gas rumah kaca lainnya.

Oleh karena itu, berbagai upaya mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi, serta konservasi hutan, pengelolaan hutan lestari, dan peningkatan simpanan karbon hutan terus dilakukan. Secara

internasional program REDD+ terus digodok untuk memberi kompensasi bagi negara berkembang yang mampu menjaga hutannya. Dalam mewujudkan program ini, disyaratkan antara lain aktivitas pemantauan yang memenuhi standar kualitas, periodisasi, dan akses data yang jelas dan transparan.

Namun, jauh sebelum ada rancangan mekanisme REDD+ dan kompensasi yang dijanjikan, Indonesia melalui kementerian kehutanan telah melakukan tugas pemantauan hutan. Pemantauan hutan telah menjadi dasar bagi upaya perumusan kebijakan dalam melestarikan dan memanfaatkan hasil hutan secara bijak.

Dalam melakukan pemantauan hutan, Indonesia melalui Kementerian Kehutanan sebenarnya telah membangun Sistem Pemantauan Hutan Nasional yang menjadi bagian dari tanggungjawab Kementerian Kehutanan. Sejak 1983, Kementerian Kehutanan memiliki badan Inventarisasi Tata Guna Hutan yang melakukan kegiatan pemantauan hutan.

Sistematisasi pemantauan hutan di Indonesia dibangun antara lain melalui kerjasama dengan Food and Agriculture Organization pada 1986 dalam mengembangkan Inventarisasi Hutan Nasional (IHN). Kerjasama dengan FAO saat itu dilakukan untuk menyediakan informasi teknis mengenai lokasi dan luas tiap tipe hutan dan penggunaan lahan, serta menduga volume, pertumbuhan dan perkembangan tegakan menurut tipe hutan, jenis dan kelompok jenis. Di luar tujuan teknis, kerjasama itu juga ditujukan untuk membangun dan mengembangkan sistem IHN dan pemantauan sumber daya hutan.

Inventarisasi Hutan Nasional kemudian dikembangkan lebih luas menjadi aktivitas pemantauan hutan nasional atau National Forest Monitoring System. Pemantauan diperkaya dengan penggunaan citra digital dari satelit dan pengayaan data spasial. Tiga aktivitas utama pemantauan hutan nasional yaitu penaksiran sumber daya hutan (Forest Resources Assesment), monitoring sumber daya hutan (Forest Resources Monitoring), aktivitas pengelolaan data spasial.

Secara institusional, kegiatan pemantauan berada di bawah Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan. Direktorat ini membagi aktivitas pemantauan, menjadi empat sub-direktorat, yaitu Inventarisasi Sumber Daya Hutan, Pemantauan Sumber Daya Hutan, Pemetaan Sumber Daya Hutan, dan Jaringan Data Spasial.

Empat divisi ini bekerja sebagai sebuah mata rantai yang saling terhubung dalam memantau dan melaporkan kondisi hutan secara periodik. Data lapangan diambil dengan metode klaster plot contoh di

bawah tanggungjawab Divisi Inventarisasi Sumber Daya Hutan bertanggungjawab. Divisi Pemantauan melakukan aktivitas mengelola citra satelit yang kemudian diolah dan ditafsirkan oleh Divisi Pemetaan.

Divisi Pemetaan menyusun peta dasar tematik kehutanan dan berbagai peta tematik kehutanan lainnya dengan metode tumpang susun (overlay) data, peta, klasifikasi, dan berbagai informasi yang ada.

Sebagai nit kliring, divisi Jaringan Data Spasial mengelola 28 walidata untuk menyajikan data dan informasi kehutanan secara spasial dalam situs www.webgis.dephut.go.id.



Data dan informasi kehutanan terus diperkaya dan diperbaharui, secara sistematis disimpan, dan siap digunakan untuk public dan pengambil keputusan dalam waktu yang telah ditentukan. Pemantauan dan Penilaian sumber daya hutan telah dilakukan secara periodic oleh Kementerian Kehutanan sejak proyek Inventarisasi Hutan Nasional (NFI) lalu. Kemudian, pada 2010, bekerjasama dengan Program UNREDD Indonesia, Kementerian Kehutanan melakukan revisi dan re-desain NFI, termasuk parameter pengukuran karbon.

Aktivitas pemantauan hutan Indonesia saat ini, antara lain diarahkan untuk membangun sistem pemantauan hutan yang jelas dan transparan termasuk untuk memenuhi standar pemantauan, pelaporan aktivitas REDD+. Selain melayani kebutuhan data spasial untuk berbagai lapisan masyarakat, pemantauan hutan di Indonesia kini diarahkan mampu memonitor dan melaporkan perubahan emisi pada tingkat nasional, serta mengintegrasikan sistem pemantauan subnasional.*

Mengenal Hutan Indonesia

Hutan Indonesia terkenal sebagai hutan tropis, hutan yang secara umum dikenal sebagai hutan lebat. Tetapi, jangan bayangkan bahwa hutan Indonesia seluruhnya seperti itu. Berbeda dengan negara-negara yang memiliki empat musim, Indonesia memiliki hutan yang sangat beragam jenisnya, mulai dari hutan primer hingga hutan mangrove.

Secara formal, kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap. Kawasan hutan ini perlu ditetapkan untuk menjamin kepastian hukum mengenai status kawasan hutan, letak batas dan luas suatu wilayah tertentu yang sudah ditunjuk sebagai kawasan hutan menjadi kawasan hutan tetap.

Penetapan kawasan hutan juga ditujukan untuk menjaga dan mengamankan keberadaan dan keutuhan kawasan hutan sebagai penggerak perekonomian lokal, regional dan nasional serta sebagai penyangga kehidupan lokal, regional, nasional dan global.

Kawasan Hutan Indonesia ditetapkan oleh Menteri Kehutanan dalam bentuk Surat Keputusan Menteri Kehutanan tentang Penunjukan Kawasan Hutan dan Perairan Provinsi. Penunjukan Kawasan Hutan ini disusun berdasarkan hasil pemaduserasian antara Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) dengan Tata Guna Hutan Kesepakatan (TGHK). Penunjukan kawasan hutan mencakup pula kawasan perairan yang menjadi bagian dari Kawasan Suaka Alam (KSA) dan Kawasan Pelestarian Alam (KPA).

Berdasarkan Undang-Undang No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan, kawasan hutan dibagi kedalam kelompok Hutan Konservasi, Hutan Lindung dan Hutan Produksi.

Hutan konservasi adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa, serta ekosistemnya. Hutan konservasi terdiri dari : Kawasan suaka alam berupa Cagar Alam (CA) dan Suaka Margasatwa (SM); Kawasan pelestarian alam berupa Taman Nasional (TN), Taman Hutan Raya (THR) dan Taman Wisata Alam (TWA); dan Taman Buru (TB).

Hutan Lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah.

Hutan pProduksi adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan. Hutan Produksi terdiri dari Hutan Produksi Tetap (HP), Hutan Produksi Terbatas (HPT) dan Hutan Produksi yang dapat dikonversi.

Pemanfaatan Hutan

Hutan telah menjadi sumber kehidupan dan penghidupan bagi manusia. Hutan tidak hanya menghasilkan kayu, tetapi juga semua jenis keuntungan ekonomis yang bisa diperoleh dari hutan. Secara umum, hutan menghasilkan kayu dan non-kayu.

Hasil Hutan

Hasil Hutan Kayu adalah hasil hutan berupa semua jenis kayu tebangan dari kawasan hutan produksi yang dikelola Perusahaan.

Hasil Hutan Non Kayu adalah hasil hutan berupa semua jenis selain kayu termasuk jasa lingkungan yang dihasilkan melalui proses kegiatan pengelolaan Sumberdaya Hutan.

Selain kayu dan non-kayu, hutan juga digunakan untuk perusahaan tambang dan non tambang. Pada tahun 2010 telah disetujui penggunaan kawasan hutan untuk tambang dan non tambang sebanyak 77 unit dengan luas 43.171,96 ha. Pinjam pakai kawasan hutan untuk tambang dan non tambang dengan kompensasi lahan untuk tahun 2010 sebanyak 68 unit dengan luas 60.313,47 ha.

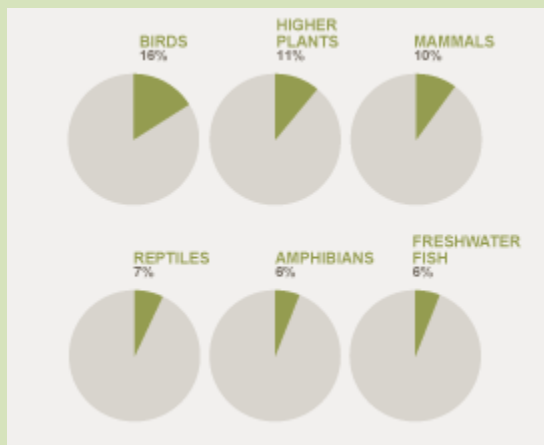
Perlindungan Hutan

Perlindungan terhadap kawasan hutan diarahkan untuk mempertahankan eksistensi kawasan hutan dan keanekaragaman hayatinya serta menjaga agar peranan hutan sebagai sistem penyangga kehidupan dapat terus berlangsung.

Keanekaragaman Hayati

Indonesia adalah suatu negara kepulauan yang memiliki hutan tropika terbesar kedua di dunia, kaya dengan keanekaragaman hayati dan dikenal sebagai salah satu dari 7 (tujuh) negara “megabiodiversity”. Distribusi tumbuhan tingkat tinggi yang terdapat di hutan tropika Indonesia lebih dari 12 % (30.000) dari yang terdapat di muka bumi (250.000).

Selain tumbuhan, keanekaragaman hayati, termasuk juga hewan. Sampai dengan akhir tahun 2010, Kementerian Kehutanan telah menetapkan jenis fauna yang dilindungi adalah : mamalia (127 jenis), burung (382 jenis), reptilia (31 jenis), ikan (9 jenis), serangga (20 jenis), krustasea (2 jenis), anthozoa (1 jenis) dan bivalvia (12 jenis).



Persentase biodiversity di Indonesia (sumber: internet)

Perlindungan hutan dan konservasi alam merupakan seluruh upaya untuk melindungi eksistensi kawasan dan sumberdaya hutan, melakukan pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan, konservasi kawasan dan keanekaragaman hayati yang terkandung di dalamnya, serta mengembangkan wisata alam dan pemanfaatan jasa lingkungan.

Selama tahun 2010, telah tercatat berbagai gangguan yang mengancam eksistensi dan kondisi kawasan hutan. Gangguan berupa penyerobotan kawasan hutan oleh masyarakat mencapai luasan 67.595,85 hektar, sedangkan gangguan terhadap tegakan hutan berupa penebangan ilegal diperkirakan telah mengakibatkan kehilangan antara lain kayu olahan/bulat, satwa liar (trenggiling, orang utan, penyu dan harimau).

Konservasi

Mengingat ancaman terhadap hutan yang relative besar, terutama pada keanekaragaman hayati, dibangun kebijakan untuk menetapkan kawasan hutan konservasi. Berdasarkan UU Nomor 41/1999 tentang kehutanan, Hutan Konservasi adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman hayati serta ekosistemnya. Kawasan hutan konservasi dibedakan menjadi Kawasan Suaka Alam, Kawasan Pelestarian Alam dan Taman Buru.

Kawasan Suaka Alam adalah hutan yang dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya, yang juga berfungsi sebagai wilayah penyangga kehidupan. Termasuk dalam kategori kawasan ini ialah Cagar Alam (CA) dan Suaka Margasatwa.

Kedua kategori kawasan tersebut dilindungi secara ketat, sehingga tidak boleh ada sedikitpun campur tangan manusia dalam proses-proses alami yang terjadi di dalam kawasan tersebut. Kawasan ini hanya diperuntukkan bagi keperluan ilmu pengetahuan dan pendidikan.

Saat ini terdapat 239 unit Cagar Alam Darat dengan total luas 4.330.619,96 hektar, dan 6 unit Cagar Alam perairan dengan luas sekitar 154.610,10 hektar. Sedangkan Suaka Margasatwa darat sebanyak 71 unit dengan luas 5.024.138,29 hektar serta 4 unit Suaka Margasatwa perairan dengan luas sekitar 5.588,00 hektar.

Kawasan Pelestarian Alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya. Termasuk ke dalam kategori kawasan ini adalah Taman Nasional, Taman Wisata Alam dan Taman Hutan Raya.

Taman Nasional merupakan kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli yang dikelola dengan sistem zonasi untuk keperluan ilmu pengetahuan, pendidikan, penunjang budidaya tumbuhan dan/atau satwa, pariwisata, dan rekreasi. Pada tahun 2010 telah ada 43 unit Taman Nasional Darat dengan luas 12.328.523,34 hektar dan 7 unit Taman Nasional Laut dengan luas 4.043.541,30 hektar.

Taman Wisata Alam adalah kawasan pelestarian alam dengan tujuan utama untuk dimanfaatkan bagi kepentingan pariwisata dan rekreasi alam. Saat ini terdapat 102 unit Taman Wisata Alam Darat dengan total luas sekitar 257.418,85 hektar dan 14 Taman Wisata Laut dengan total luas sekitar 491.248,00 hektar.

Taman Hutan Raya merupakan kawasan pelestarian alam yang ditetapkan untuk tujuan koleksi tumbuh-tumbuhan dan/atau satwa yang alami atau bukan alami, dari jenis asli atau bukan asli, yang dimanfaatkan bagi kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, penunjang budidaya tumbuhan dan/atau satwa, budaya, pariwisata, dan rekreasi. Saat ini terdapat 22 unit Taman Hutan Raya dengan luas total sekitar 350.090,41 hektar.

Taman Buru adalah kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat wisata buru. Saat ini terdapat 13 unit Taman Buru dengan total luas sekitar 220.951,44 hektar.

Forest Resources Monitoring

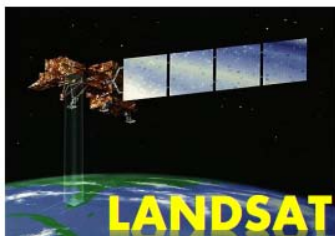
Pemantauan Citra Satelit

Aktivitas pemantauan pemantauan hutan, telah dilakukan Departemen Kehutanan sejak tahun 1960. Sebelum berkembang pemantauan melalui citra satelit, pemantauan hutan memanfaatkan teknologi foto udara untuk memantau penutupan lahan.

Baru sejak 1990, pemantauan penutupan lahan seluruh Indonesia memanfaatkan citra satelit atau dikenal. Ketersediaan citra satelit dari berbagai sumber data yang ada memungkinkan untuk melakukan pemantauan penutupan hutan dengan menggunakan citra satelit resolusi rendah sampai resolusi tinggi.

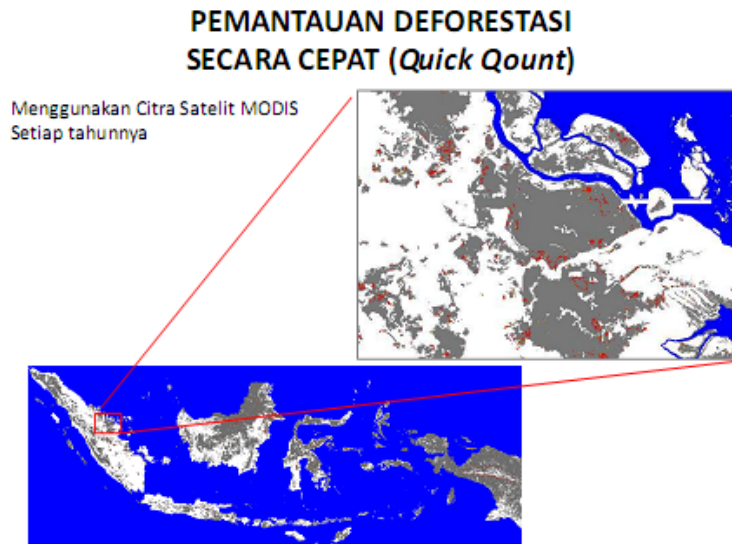
Citra resolusi rendah, yaitu MODIS dan SPOT Veg digunakan dalam pemantauan penutupan hutan tahunan, didukung oleh penggunaan citra resolusi tinggi yaitu SPOT-5, IKONOS, dan Quickbird.

Pemantauan sumber daya hutan melalui penafsiran citra satelit ini dilakukan untuk terus melihat perubahan penutupan lahan. Sejak tahun 2000 hingga 2006, pemantauan dilakukan secara periodik sebanyak tiga kali, yaitu tahun 2000, 2003, dan 2006.



Pemantauan tiga tahunan ini dilakukan dengan pertimbangan, pertama untuk mendapatkan data citra satelit resolusi sedang yang bebas awan maksimal (di bawah 10 persen), kedua waktu penyelesaian pekerjaan membutuhkan waktu satu tahun, dan keterbatasan anggaran pengadaan citra satelit dan pengolahannya untuk seluruh wilayah Indonesia (wall-to-wall mapping).

Kemudian sejak tahun 2010 pemantauan dilakukan setiap tahun. Pemantauan penutupan hutan Indonesia melalui penafsiran citra satelit secara nasional menggunakan citra satelit Landsat resolusi sedang dan citra satelit MODIS untuk resolusi rendah.

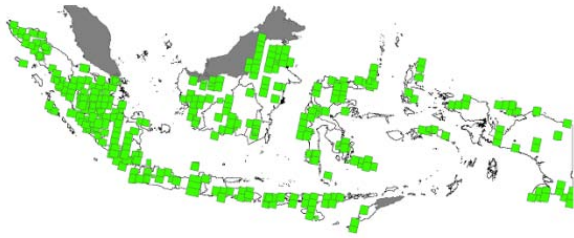


Dalam praktiknya, citra satelit Landsat dibagi dalam 217 scene. Penafsiran citra pada tahun 2000 dan 2003 dilakukan dengan menggunakan citra digital Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) resolusi spasial 30 meter. Pada 2006 selain digunakan citra Landsat 7 ETM+, juga digunakan Landsat 5 TM dan citra SPOT-4.

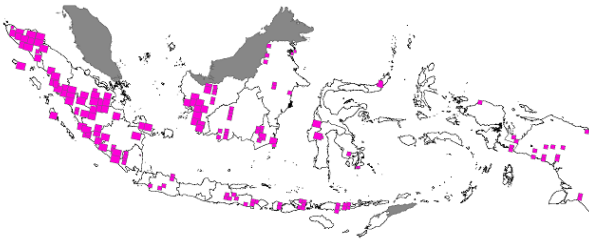
Periodisasi pemantauan dan resolusi yang digunakan mengalami peningkatan, terutama pada 2011. Pemantauan hutan di Indonesia menggunakan dua citra, Landsat dan MODIS. Perbedaan Landsat dan Modis adalah tingkat resolusinya, Landsat bisa menampilkan citra pada ketinggian 30 meter, sedangkan Modis 250 meter. Untuk tingkat Kesatuan Pemangku Hutan digunakan citra resolusi tinggi Worldview, dan setiap tahun dilakukan penafsiran lahan pada 20 KPH.

Koleksi citra satelit yang dimiliki Sub Direktorat Pemantauan Sumber Daya Hutan yaitu, Citra Landsat TM/ETM+ seluruh Indonesia (230 scene) mulai tahun 1990, 2000, 2003, 2006, 2008, 2009 2011, dan 2012. Sedangkan citra resolusi tinggi yang dimiliki, yaitu resolusi 10 meter (Alos AVNIR, SPOT-5, dan SPOT-2), resolusi 2,5 meter (SPOT-5 PAN, Alos Prism), hingga resolusi kurang dari 1 meter (Worldview-1, Quickbird, Quickbird-2, IKONOS-2, FORMOSAT).

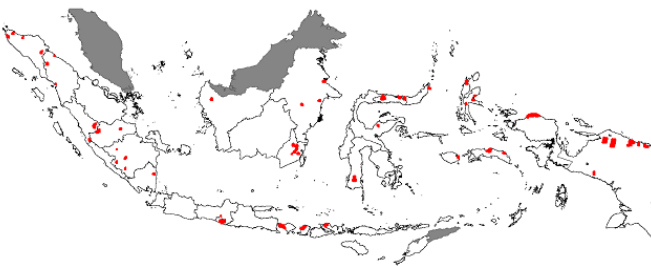
Resolusi 10 meter



Resolusi 2,5 meter



Resolusi < 1 meter



Dari Citra menjadi Peta

Setelah citra atau gambar diunduh dari satelit, proses penafsiran citra dimulai dengan pengolahan awal, yaitu proses geokoreksi atau orthorektifikasi. Hal ini dilakukan terutama untuk citra yang belum sesuai dengan pemetaan penutupan lahan atau peta tematik kehutanan.

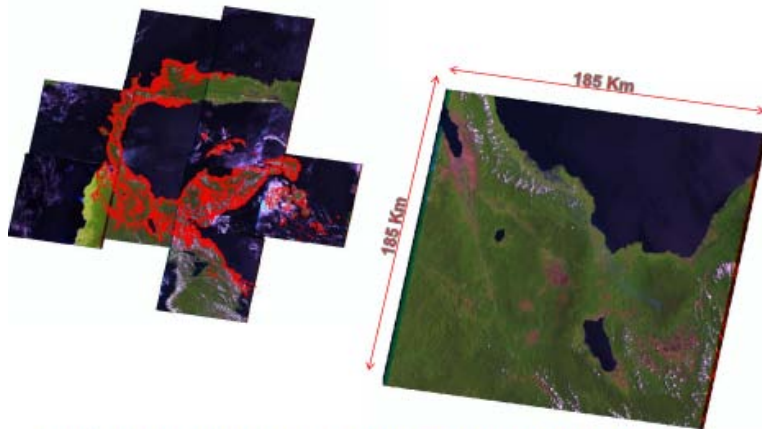
Orthorektifikasi diperlukan untuk menyesuaikan citra yang akan dipetakan dengan PTDK yang dibuat berdasarkan citra Landsat ortho dan untuk meningkatkan akurasi, arah, dan perhitungan luasan.

Penyesuaian ini dilakukan untuk meminimalkan kesalahan geometrik, misalnya kesalahan putaran (roll),

gerak anggukan (pitch), dan penyimpangan dari garis lurus (yaw) platform satelit dan kelengkungan bumi.

Orthorektifikasi adalah proses yang dilakukan untuk memperbaiki kesalahan posisi medan (terrain displacement) yang diabaikan oleh variasi sudut pandang satelit. Orthorektifikasi melakukan transformasi dari proyeksi sentral pengindera menjadi proyeksi orthogonal peta.

Perbaikan yang dilakukan menghasilkan citra yang secara planimetris cukup akurat, sehingga dapat dianggap ketelitiannya setara dengan peta. Citra hasil orthorektifikasi disebut citra-orto, kemudian dapat digabungkan secara akurat dengan data geografis lain untuk memberikan informasi yang lebih menyeluruh.

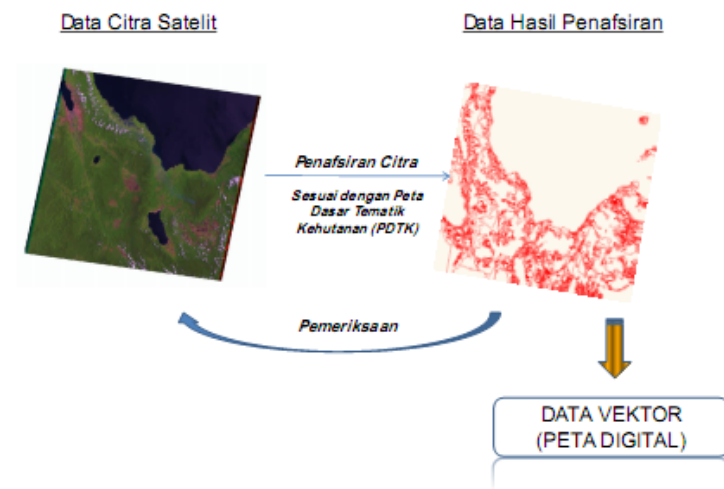


- Penafsiran Citra Landsat untuk Pemantauan Penutupan Lahan Indonesia
- dilakukan dengan cara digitasi on screen untuk menghasilkan peta perubahan penutupan lahan.

Analisis Spasial

Penafsiran citra dilakukan secara interdependensi. Peta/data penutupan lahan hasil penafsiran pada periode sebelumnya menjadi acuan dalam melakukan penafsiran citra satelit pada periode berjalan. Dengan demikian hanya pada bagian area yang penutupan lainnya mengalami perubahan dilakukan penafsiran ulang.

Penafsiran citra satelit resolusi sedang dilakukan secara visual, yaitu pembuatan batas setiap kelas penutupan lahan dilakukan dengan cara delienasi di layar computer (on screen digitizing) menggunakan perangkat lunak pengolah citra dan sistem informasi geografis (Geographic Information System).

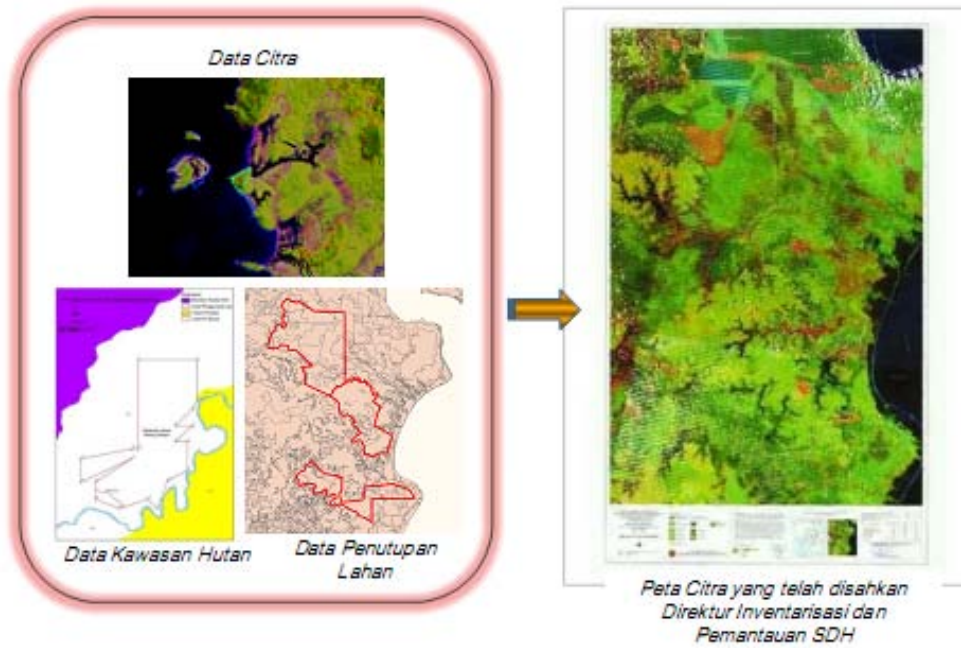


Dalam melakukan interpretasi citra dan mengenali objek, digunakan alat bantu dengan pengelompokan delapan unsure interpretasi.

Unsur interpretasi

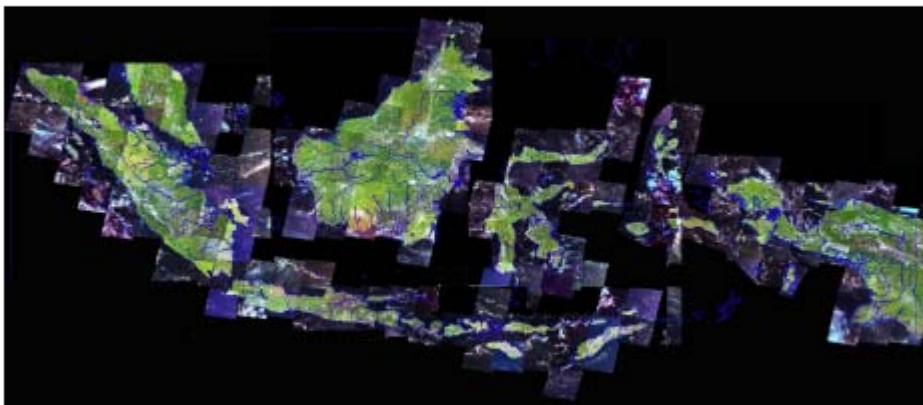
1. Rona/Warna, merupakan elemen interpretasi utama. Rona adalah gradasi kecerahan relative objek pada citra. Warna adalah perbedaan gradasi objek pada citra.
2. Tekstur, adalah perbedaan tingkat kekasaran dari objek yang diamati
3. Pola, adalah susunan spasial objek yang dapat dibedakan secara visual, biasanya berwujud pengulangan rona/warna atau tekstur sama yang membentuk pola tertentu
4. Bentuk, adalah kenampakan secara umum, struktur atau bagan suatu objek
5. Bayangan, membantu indentifikasi objek, misalnya awan, pohon runcing, tajuk sedikit pada lahan terbuka dan semak berukuran tinggi.
6. Ukuran, adalah fungsi skala, ukuran relative dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi objek dengan membandingkan objek lainnya.
7. Asosiasi, digunakan bila beberapa objek berdekatan secara erat, masing-masing membantu keberadaan yang lain.
8. Situs adalah menjelaskan tentang posisi muka bumi dari citra yang diamati dalam kaitannya dengan kenampakan sekitarnya.

Penelaahan areal Pemanfaatan Kawasan Hutan



Klasifikasi Citra

Citra Landsat TM/ ETM+ (seluruh Indonesia)



Klasifikasi penutupan lahan yang merupakan penggabungan dari data citra satelit, penafsiran visual, dan kelas penutupan lahan. Kelas penutupan lahan adalah 23 katagorisasi areal terdiri dari 7 kelas hutan dan 15 kelas bukan hutan, serta kelas tertutup awan untuk menafsirkan spectral reference dari satelit.

Sebanyak 23 kelas yang digunakan merupakan standar kelas penutupan lahan kehutanan. Kelas ini, menghasilkan klasifikasi penafsiran yang telah terbangun dari puluhan tahun pengalaman memantau hutan.

Kelas Penutupan Lahan

Areal Berhutan :

Hutan lahan kering primer, Hutan lahan kering sekunder, Hutan rawa primer, Hutan rawa sekunder, Hutan mangrove primer, Hutan mangrove sekunder, Hutan Tanaman

Areal Tidak Berhutan :

Semak/Belukar, Belukar rawa, Pertanian lahan kering campur semak, Perkebunan, Pemukiman, Pertanian lahan kering, Rawa Savanna, Sawah, Tanah terbuka, Tambak, Transmigrasi,

Kelas penutupan lahan ini menjadi acuan bagi semua institusi di bidang kehutanan di Indonesia untuk memudahkan komunikasi data, integrasi data, serta konsistensi informasi penutupan lahan.

1. Hutan lahan kering primer (kode 2001)

Seluruh kenampakan hutan dataran rendah perbukitan, dan pegunungan yang belum terlihat adanya bekas penebangan, termasuk hutan kerdil, hutan kerangas, hutan di atas batuan kapur, hutan di batuan ultra basa, hutan daun jarum, hutan luruh, dan hutan lumut
(***Please insert picture***)

2. Hutan sekunder (kode 2002)

Hutan sekunder adalah kenampakan hutan dataran rendah, perbukitan, dan pegunungan yang telah menampakkan bekas penebangan (alur dan bercak bekas penebangan)
(****Please insert picture****)

3. Hutan Rawa Primer (kode 2005)

Seluruh kenampakan hutan di daerah berawa, termasuk rawa gambut dan rawa payau yang belum menampakkan bekas penebangan.
(****Please insert picture****)

4. Hutan Rawa Sekunder (kode 20051)

Seluruh kenampakan hutan di daerah berawa telah menampakkan bekas penebangan dengan kenampakan jalur pembukaan areal (biasanya ada jalur rel), dan bercak bekas penebangan.
(****Please insert picture****)

5. Hutan Mangrove Primer (kode 2004)

Seluruh kenampakan hutan bakau, nipah, dan bibung yang berada di sekitar pantai, dan belum menampakkan bekas penebangan.
(****Please insert picture****)

6. Hutan Mangrove Sekunder (kode 20041)

Seluruh kenampakan hutan bakau, nipah, dan nibung yang menunjukkan bekas penebangan, bercak, atau bekas terbakar.

(****Please insert picture****)

7. Semak Belukar (kode 2007)

Kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali (suksesi), atau kawasan dengan pohon jarang (alami), atau kawasan dengan vegetasi rendah (alami) lainnya. Umumnya sudah tidak ada kenampakan bekas alur atau bercak penebangan lagi.

(****Please insert picture****)

8. Semak Belukar Rawa (kode 20071)

Kawasan bekas hutan di daerah basah (rawa) yang telah tumbuh kembali (suksesi), atau kawasan dengan liputan pohon jarang (alami), atau kawasan dengan dominasi vegetasi rendah (alami), serta umumnya tidak ada kenampakan bekas alur atau bercak penebangan lagi.

(****Please insert picture****)

9. Rumput Kering dan Rumput Rawa (kode 3000)

Kenampakan non-hutan alami berupa padang rumput kadang dengan sedikit semak atau pohon. Secara alami kenampakan rumput dengan area yang cukup luas. Kenampakan ini dapat terjadi pada lahan kering atau rawa (rumput rawa)

(****Please insert picture****)

10. Hutan Tanaman (kode 2006)

Kelas penutupan lahan hutan yang merupakan hasil budidaya manusia, meliputi Hutan Tanaman Industri maupun Hutan Tanaman hasil reboisasi yang berada di dalam maupun di luar kawasan hutan (APL). Dari citra terlihat mempunyai pola tanam teratur pada daerah datar, sedangkan untuk area bergelombang terlihat warna citra yang berbeda dengan lingkungan sekitarnya.

(****Please insert picture****)

11. Perkebunan (kode 2010) –

(****Please insert picture****)

12. Pertanian lahan kering (kode 20091)

(****Please insert picture****)

13. Pertanian lahan kering campur (kode 20092)

(****Please insert picture****)

14. Sawah (kode 20093)

(****Please insert picture****)

15. Tambak (kode (20094)

(****Please insert picture****)

16. Tanah Terbuka (kode 2014)

(****Please insert picture****)

17. Pertambangan (kode 20141)

(****Please insert picture****)

18. Permukiman (kode 2012)

(****Please insert picture****)

19. Tubuh Air (kode 5001)

(****Please insert picture****)

20. Rawa (kode 50011)

(****Please insert picture****)

21. Awan (kode 2500)

(****Please insert picture****)

22. Bandara (kode 20121)

(***Please insert picture***)

23. Transmigrasi (kode 20122)

(***Please insert picture***)

Groundtruthing

Interpretasi peta tidak sepenuhnya mengandalkan citra satelit semata, tetapi diperkuat dengan verifikasi bawah atau groundtruthing. Groundtruthing adalah upaya mengumpulkan informasi dengan mengirimkan petugas untuk mengumpulkan data di lapangan.

Tim groundtruthing yang dikirim bertugas mengumpulkan data secara rinci, dengan melakukan kalibrasi, pengukuran, pengamatan, dan jika dipandang perlu mengambil sampel dari area yang telah ditentukan. Dari data ini diidentifikasi penggunaan dan tutupan lahan dan membandingkannya dengan penafsiran citra satelit yang dilakukan.

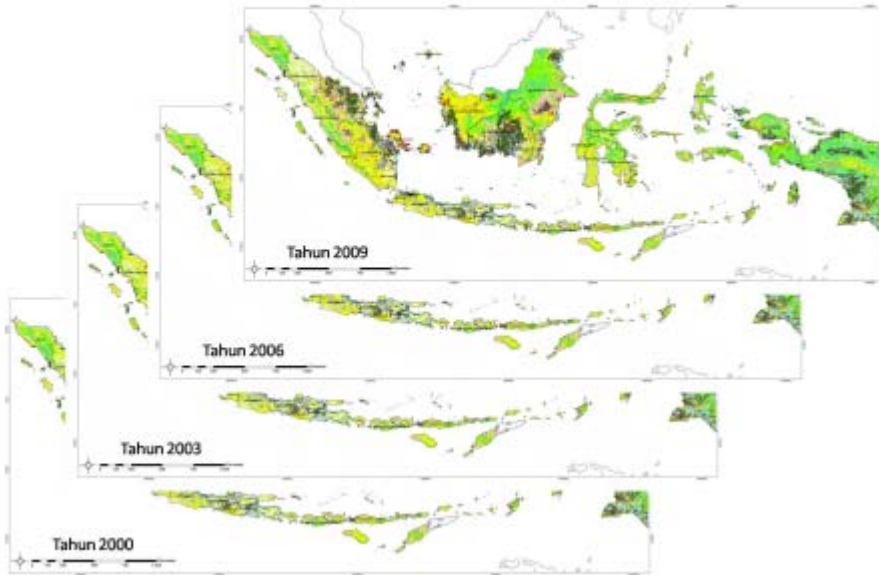
Proses ini memungkinkan penyesuaian penafsiran data dan membantu analisis mengenai kenampakan pada citra satelit yang diterima. Citra satelit ini kemudian dibandingkan dengan kondisi nyata tutupan lahan di lapangan secara langsung.

Selain itu, groundtruthing juga dilakukan untuk meminimalkan kesalahan penafsiran dan klasifikasi, termasuk kemungkinan kesalahan penginderaan karena faktor atmosfer, mengingat penginderaan satelit pasti melalui atmosfer yang berpeluang membuat bias.

Pada tahap inisiasi, groundtruthing berfungsi membantu membangun klasifikasi dan kelas tutupan lahan yang dipantau. Dalam pemantauan hutan di Indonesia yang telah berlangsung puluhan tahun, proses groundtruthing ini memperkaya kapasitas interpretasi citra, membantu akurasi dan penegasan dari klasifikasi yang ditampilkan pada gambar citra satelit.

Groundtruthing yang dilakukan Kementerian Kehutanan, biasanya dilakukan ketika penafsiran peta memunculkan keraguan bentuk kenampakan dan penafsiran dalam penutupan lahan. Ketika muncul keraguan karena penutupan lahan dilakukan verifikasi terestris atau groundtruthing. Pada praktiknya, groundtruthing yang dilakukan mendukung tingkat akurasi penafsiran citra satelit 85 hingga 90 persen.

Pemantauan Penutupan Lahan Indonesia



Forest Resources Assessment

Inventarisasi Sumber Daya Hutan

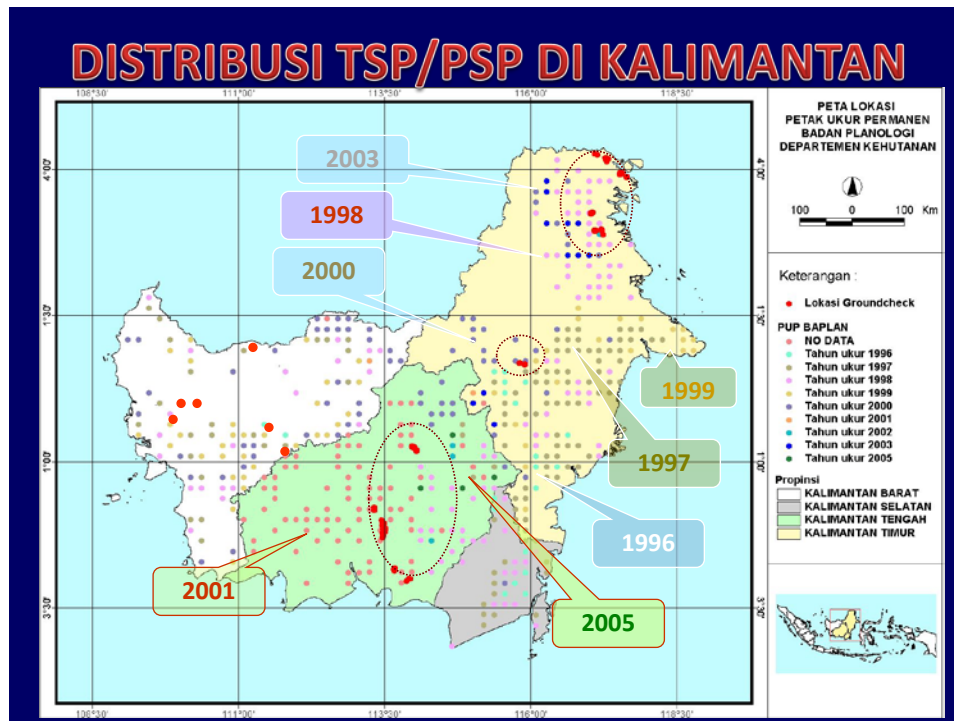
Dalam mengelola hutan di Indonesia, sejak awal sudah disadari perlunya data dan informasi tentang sumber daya, potensi kekayaan alam hutan, serta lingkungannya. Data dan informasi ini dibutuhkan sebelum menghasilkan kebijakan tata ruang, atau perubahan apa pun terhadap lahan hutan.

Inventarisasi adalah pekerjaan pokok kehutanan. Hasil inventarisasi hutan antara lain dipergunakan sebagai dasar pengukuhan kawasan hutan, penyusunan neraca sumber daya hutan, penyusunan rencana kehutanan, dan sistem informasi kehutanan. Oleh karena itu, inventarisasi kehutanan sudah dilakukan jauh sebelum muncul wacana monitoring hutan untuk kepentingan REDD+. Sejak 1983, Kementerian Kehutanan telah memiliki badan Inventarisasi Tata Guna (Intag) Kehutanan.

Bersama dengan lembaga internasional di bawah PBB, Food and Agriculture Organization (FAO) pada 1985, inventarisasi dikembangkan dengan membangun penaksiran sumber daya hutan secara terrestrial atau field data system (sistem data lapangan). Mulai 1989, Inventarisasi Hutan Nasional (IHN) dilakukan secara sistematis dengan menghitung atau enumerasi dan re-enumerasi plot contoh atau sample plot.

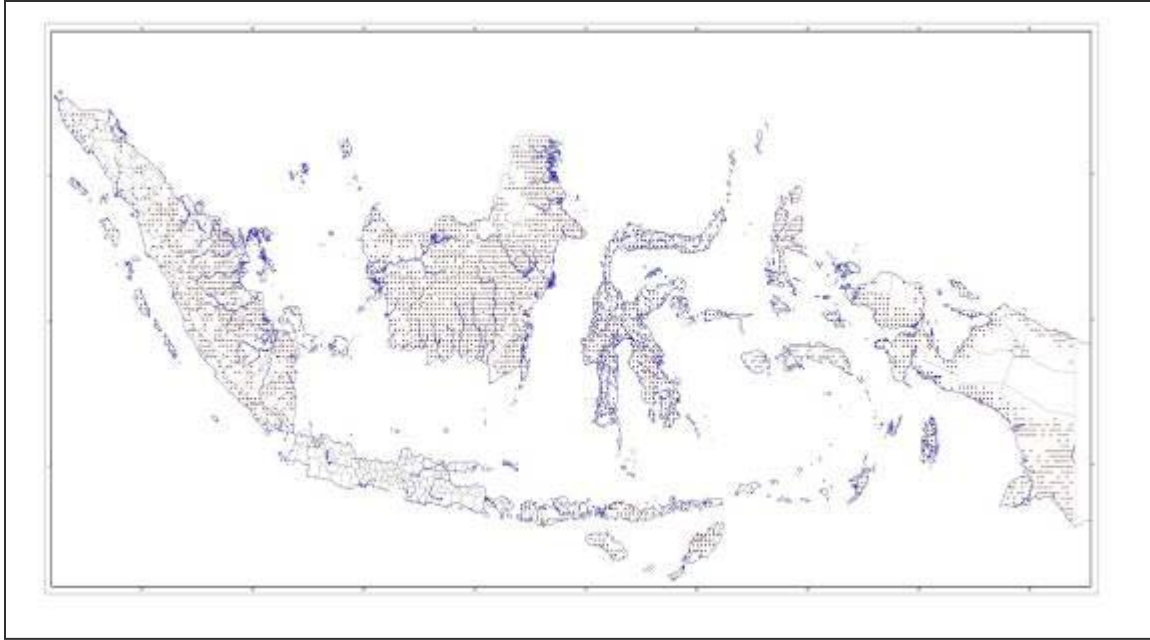


Terdapat dua jenis sample plot, yaitu yang bersifat sementara, Temporary Sample Plot/TSP (Plot Contoh Sementara) dan permanen Permanent Sample Plot/PSP (Plot Contoh Permanen). TSP/PSP ini ditentukan secara sistematis yang terletak dengan jarak antara sample plot kee sample plot lain yaitu 20 km x 20 km. Satu plot mewakili populasi 40 ribu hektare yang terletak di seluruh kawasan hutan pada ketinggian di bawah 1000 meter di atas permukaan laut (dpl).



Dari segi waktu pengukuran, Plot TSP hanya diukur sekali pada awal pengukuran, sedangkan plot PSP diukur setiap 4 hingga 5 tahun sekali. Pemilihan PSP mempertimbangkan posisi dan kondisi plot dan keterwakilan strata terhadap seluruh areal.

Petak contoh (***insert picture here***)



Indonesia merupakan negara kepulauan serta akses menuju kawasan hutan yang tidak mudah. Dengan demikian, komponen biaya transportasi merupakan komponen yang cukup besar dalam kegiatan inventarisasi hutan nasional. Dengan kondisi yang demikian, rancangan plot berupa plot kalster (*cluster plots*) merupakan pilihan yang cocok.

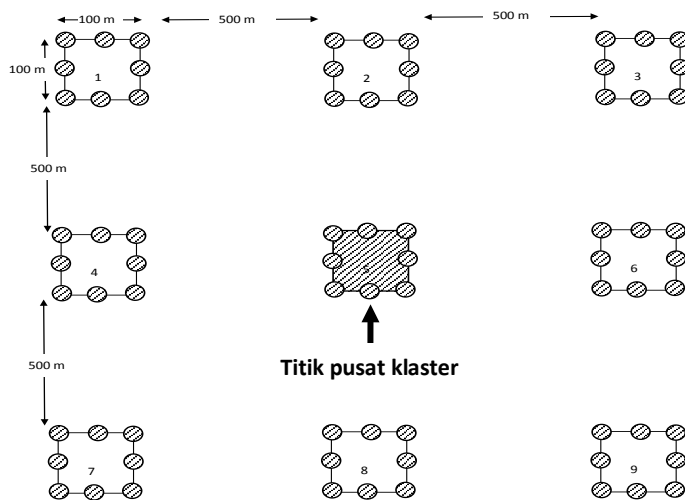
Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, dimulai dari sekitar tahun 2005, terdapat sejumlah perkembangan terhadap rancangan inventarisasi hutan Indonesia. Perkembangan inventarisasi hutan mencakup perluasan area di pulau Jawa, pengukuran ulang (*re-enumerasi*) PSP dilakukan hanya pada kawasan hutan yang masih berhutan, dan pada beberapa wilayah telah dilakukan perapatan jarak antar klaster (*grid*) menjadi 10 km x 10 km.

Saat ini, kajian terrestrial yang dilakukan Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumberdaya Hutan mendisain 2700 klaster, dan setiap tahun dilakukan pengukuran terhadap 599 plot TSP/PSP di seluruh Indonesia. Hasil dari pengukuran data lapangan ini menghasilkan statistik sumber daya hutan yang setiap tahun dipublikasikan oleh Kementerian Kehutanan.

Rancangan plot

Garis besar rancangan plot yang digunakan NFI adalah cluster plot, yaitu pada suatu titik unit sample akan terdapat cluster plot yang terdiri dari 9 plot atau biasa disebut *tract*. Lihat gambar 2 untuk layout cluster plot.

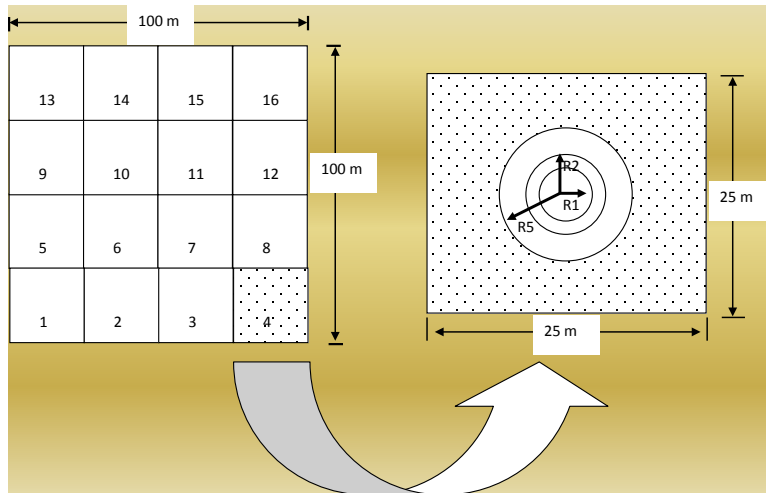
NFI saat ini menggunakan kombinasi *permanent sample plot (PSP)* dan *temporary sample plot (TSP)*. PSP menggunakan fixed plot dengan luas 1 ha (100 m x 100 m) dan TSP menggunakan plotless (point sampling) dengan basal area factor (BAF) 4 untuk pohon berdiameter ≥ 20 cm. Setiap tract/plot terdiri dari 8 TSP, plot/tract no 5 akan digunakan baik sebagai TSP maupun PSP. Dengan demikian, satu klaster terdapat 72 TSP (9 tract x 8 TSP per tract) dan 1 PSP.



Gambar. Layout plot contoh dalam klaster

1. Permanent sample plot (PSP)

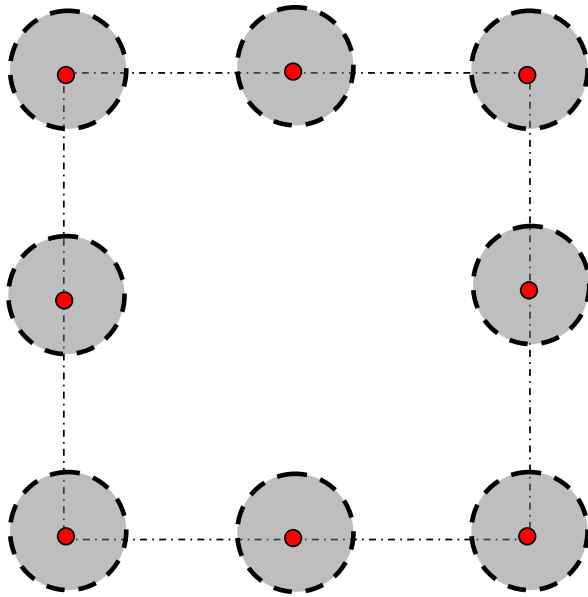
PSP berukuran 100 m x 100 m (1 ha), yang dibagi menjadi 16 unit pencatatan (*recording unit*) berukuran 25 m x 25 m. Pada masing-masing unit pencatatan dibuat 3 (tiga) sub-plot konsentris berbentuk lingkaran untuk pengukuran tiang, pancang dan semai. Susunan dan ukuran sub-plot serta populasi yang disampel/diukur dapat dilihat pada gambar berikut ini.



BENTUK DAN UKURAN SUB PLOT	JUMLAH	OBYEK DIUKUR
Bujur sangkar 25 m x 25 m	16 recording unit (RU)	Pohon (dbh >= 20 cm)
Lingkaran Radius = 5 meter	16 subplot	Tiang (dbh 5 – 19 cm)
Lingkaran Radius = 2 meter	16 subplot	Pancang
Lingkaran Radius = 1 meter	16 subplot	Semai

Gambar . Susunan, ukuran dan jumlah sub-plot

2. Temporary sample plot (TSP)



Gambar . Susunan TSP dalam tract

Pada masing-masing tract terdapat 8 TSP. Pada setiap TSP juga dibuat sub-plot untuk pengukuran tiang, pancang dan semai, seperti pada setiap unit pencatatan (RU) dari PSP. TSP tidak dibuat pada hutan tanaman. TSP hanya akan dilakukan pengukuran sekali (hanya ada enumerasi).

Variabel Lapangan

Variabel lapangan yang dikumpulkan terdiri dari 3 (tiga) macam, yaitu:

1. Data terkait dengan plot/site:

Risalah kondisi site dari plot contoh akan dilakukan pada sejumlah variabel sebagai berikut:

- Provinsi (Province),
- Lokasi geografis (koordinat GPS),
- Sistem lahan (Land system)
- Ketinggian tempat (Altitude)
- Kelas penggunaan lahan (Landuse class)
- Tipe hutan (Forest type)
- Kondisi tegakan (Stand condition)
- Tahun penebangan/penanaman (Year of harvesting/replanting)
- Bentang alam (Landscape)
- Kelerengan (Slope)
- Aspek kelerengan (Aspect)

2. Variabel terkait tumbuhan berkayu (pohon, tiang, pancang dan semai)

- Jenis (Species)
- Diameter setinggi dada (Dbh)
- Tinggi pohon (Tree Height)
- Tinggi bebas cabang (Bole Height)
- Banir (Butress)
- Kelas pohon/Tree class (kanopi-storey)
- Kerusakan (Damage)
- Kelas tajuk (Crown class)
- Posisi tajuk (Crown position)

3. Vegetasi penyusun plot lainnya (hasil hutan non-kayu)

Variabel hasil hutan non kayu yang akan diinventarisasi meliputi:

- Bambu
- Rotan
- Sagu
- Nipah

Dokumentasi kegiatan

Pengecekan Pohon melalui Pengukuran Jarak dan Azimuth dari Pusat RU



Mengukur Diameter Pohon dengan menggunakan Phiband



Mengukur Tinggi Pohon dengan Menggunakan Spiegel Relascope



Mendata Parameter Pohon dan Mencocokkan dengan Data yang lama



Label Nomor Pohon yang masih ditemukan



Label Nomor Pohon yang masih ditemukan



Penentuan Pohon dari Pusat RU



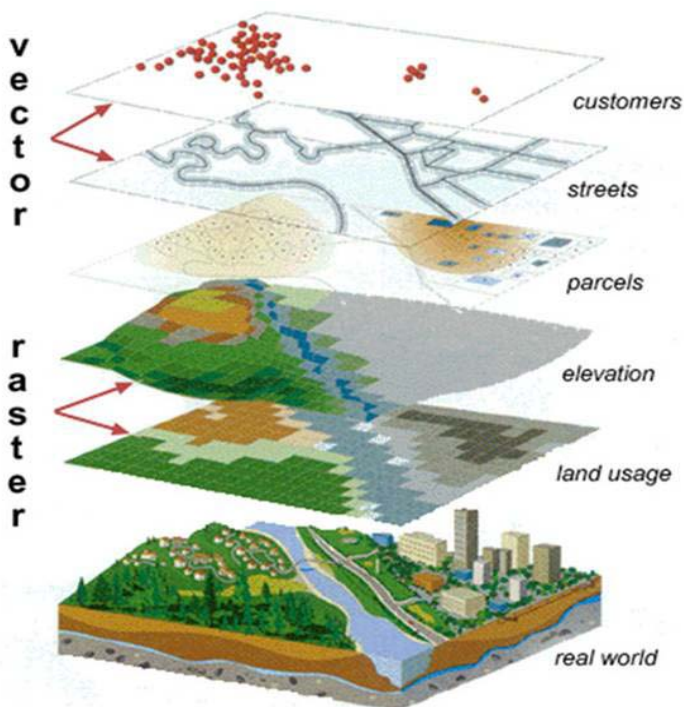
Aktivitas Data Spasial

Hasil penginderaan satelit dan pengukuran lapangan kemudian diolah dan diintegrasikan menjadi sistem informasi geografis, khususnya dalam bentuk data spasial. Data spasial merupakan data yang berorientasi ruang, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya.

Secara teknis, data spasial ditampilkan dalam dua format, yaitu data vector dan data raster. Data vector merupakan bentuk bumi yang ditampilkan dalam kumpulan garis, area, titik. Sedangkan data raster merupakan data struktur yang tersusun dalam bentuk matriks atau piksel dan membentuk grid.

Dari berbagai jenis data tersebut, disusun geodatabase, yaitu penyimpanan data umum dalam kerangka manajemen yang menggabungkan data spasial dengan basis data. Aktivitas data spasial dalam pemantauan hutan secara umum terbagi menjadi aktivitas pemetaan dan jejaring sistem informasi.

Bentuk analisa spasial kondisi kawasan hutan dikenal dengan metode tumpang susun atau overlay. Berbagai tema kehutanan dari 28 penanggungjawab atau pembuat (wali) data ditumpuk untuk menghasilkan informasi baru tentang kawasan hutan. Dengan metode tumpuk dan masukan data dari walidata, maka variasi peta menjadi sangat beragam. Variasi layer atau lapisan peta ini menghasilkan peta dasar dan peta tematik kehutanan.



Pemetaan

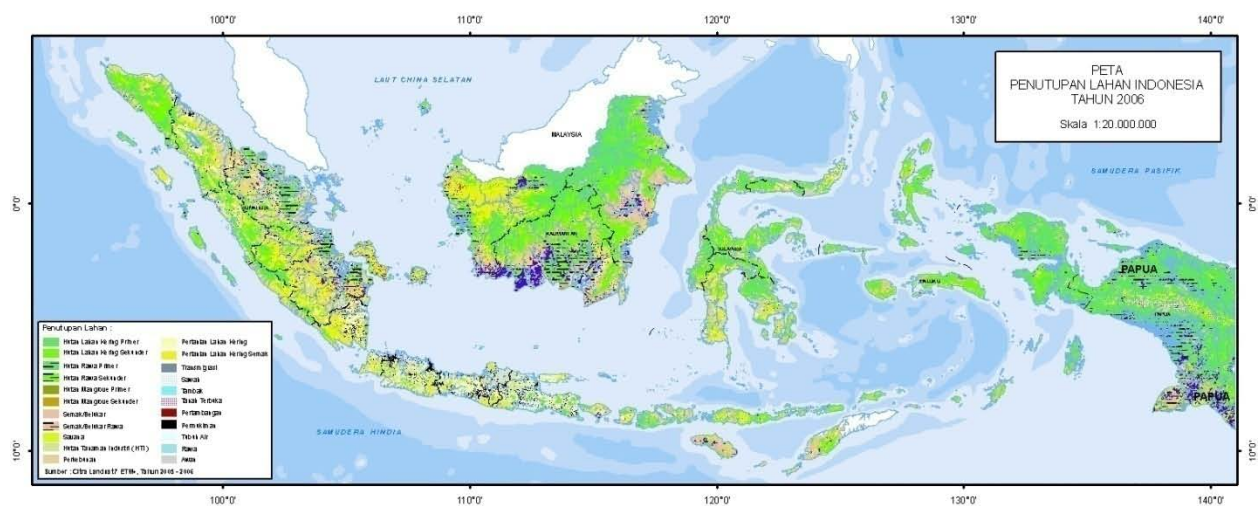
Aktivitas data spasial yang dilakukan dalam pemantauan hutan adalah pemetaan. Terdapat dua bentuk aktivitas di bidang pemetaan, yaitu informasi peta dan dokumentasi peta. Dalam aktivitas informasi peta, Kementerian Kehutanan menyajikan data yang diolah dari hasil pencitraan satelit untuk menghitung kawasan hutan.

Secara periodic, pemetaan menghasilkan tiga laporan utama mengenai aktivitas pemantauan hutan yaitu laporan dan peta Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia, Penghitungan Deforestasi Indonesia, dan Peta Indikatif Permohonan Ijin Baru (PIPIB) atau dikenal dengan peta moratorium.

Peta Penutupan Lahan

Peta penutupan lahan disusun dan dihitung ulang (rekalkulasi) setiap tahun untuk menghitung kembali keberadaan dan luas tutupan lahan berhutan dan tidak berhutan pada kawasan hutan dan area penggunaan lain. Penghitungan kembali penutupan lahan Indonesia dilakukan berdasarkan penafsiran citra Landsat 7 ETM+ dan Peta Dasar Tematik Kehutanan (PDTK).

Pembuatan peta penutupan lahan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi data untuk mengetahui kondisi hutan terkini sebagai bahan pendukung dalam perencanaan pembangunan kehutanan, menghitung laju perubahan penutupan hutan sebagai bahan monitoring dan pengawasan terhadap pengelolaan hutan, dan kecenderungan perubahan di masa datang.



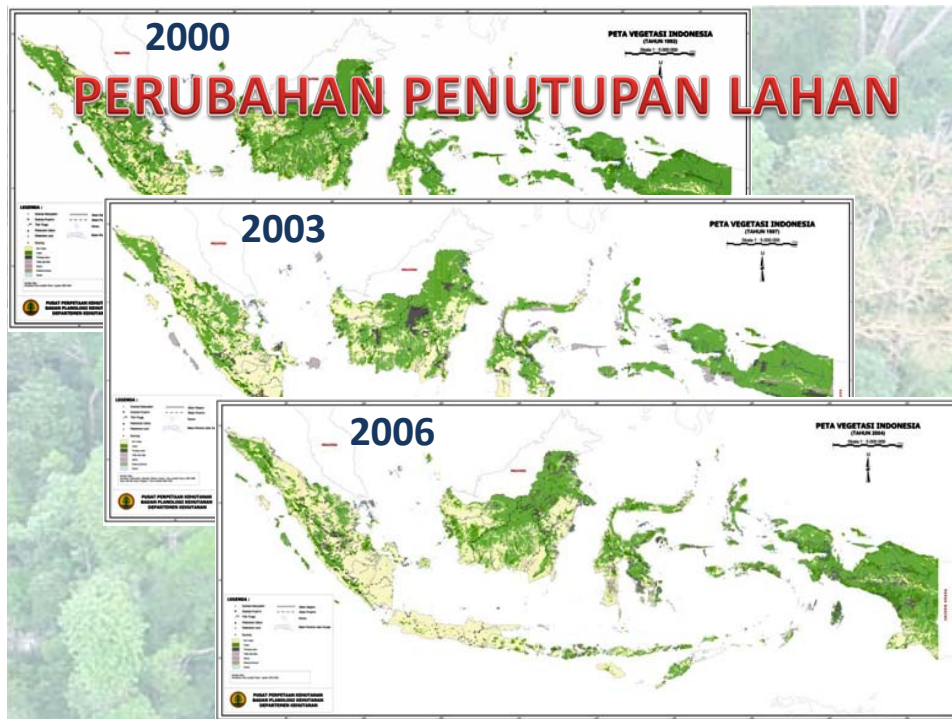
Peta penutupan Lahan 2012

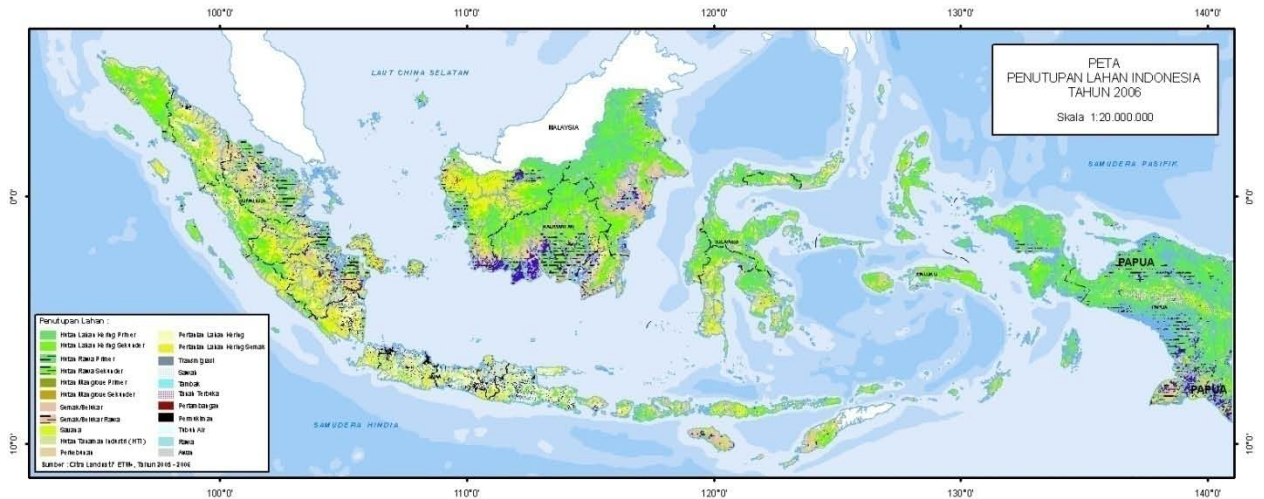
Rekalkulasi dan penyusunan peta penutupan lahan dilaksanakan melalui analisa data dan penutupan lahan pada kawasan hutan provinsi dengan menggunakan teknologi sistem informasi geografis.

Tahapan rekalkulasi yang dilakukan adalah

1. Penyiapan data digital kawasan hutan dan penutupan lahan provinsi yang disesuaikan dengan PDTK.
2. Overlay data digital penutupan lahan dengan data kawasan hutan
3. Penghitungan luas penutupan lahan di daratan pada setiap fungsi kawasan hutan dan areal penggunaan lain. Tubuh air tidak termasuk penghitungan.
4. Penyajian luas dan sebaran penutupan lahan pada kawasan hutan dan areal penggunaan lain dalam bentuk peta, diagram, dan tabel.

Kalkulasi penutupan lahan dilakukan terhadap seluruh daratan Indoneia seluas 187,8 juta hektare, yaitu pada tujuh kelompok pulau besar (lain atau 33 provinsi. Area itu terdiri dari kawasan hutan daratan seluas 133,5 juta hektare atau 71% dan area penggunaan lain APL) seluas 54,3 juta hektare atau 28,9 persen.





Peta Deforestasi 2012

Peta Moratorium

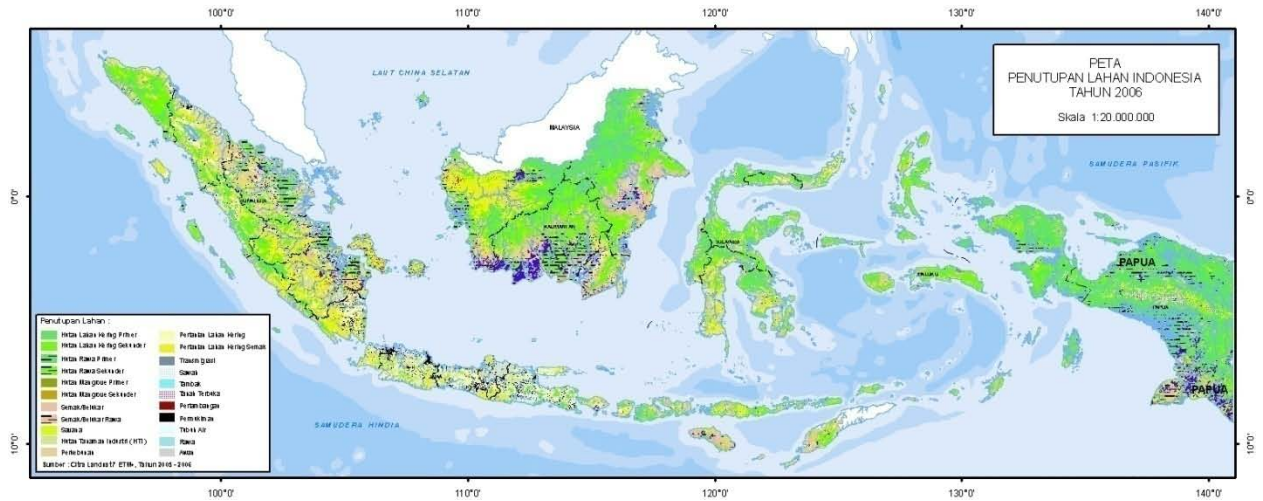
Untuk menahan laju Deforestasi dan degradasi yang terus terjadi, Presiden RI, Susilo Bambang Yudhoyono mengambil kebijakan penghentian pemberian izin baru atau moratorium. Moratorium yang tertuang dalam Instruksi Presiden RI nomor 10 Tahun 2011 ini menunda pemberian izin baru hutan alam primer dan lahan gambut yang berada di hutan konservasi, hutan lindung, hutan produksi, dan aera penggunaan lain sebagaimana tercantum dalam Peta Indikatif Penundaan Izin Baru (PIPIB) yang menjadi lampiran.

PIPIP atau peta moratorium ini juga merupakan bagian dari pekerjaan dari aktivitas data spasial pemetaan. Peta moratorium ini merupakan gabungan dari peta hutan dan peta lahan gambut di Kementerian Pertanian.

Dalam peta tersebut, hutan primer ditandai dengan warna hijau, dan lahan gambut dengan warna merah. Area dengan warna hijau dan hitam inilah yang tidak boleh disentuh izin baru perusahaan hutan. Selain itu digunakan warna putih, yang berarti bukan kawasan moratorium.

Pada praktiknya Peta Moratorium tersebut bukan merupakan peta yang mati dan tidak berubah. Peta moratorium direvisi setiap enam bulan, ketika timbul pengaduan sudah ada izin sebelum terbitnya Inpres 10/2012 tersebut.

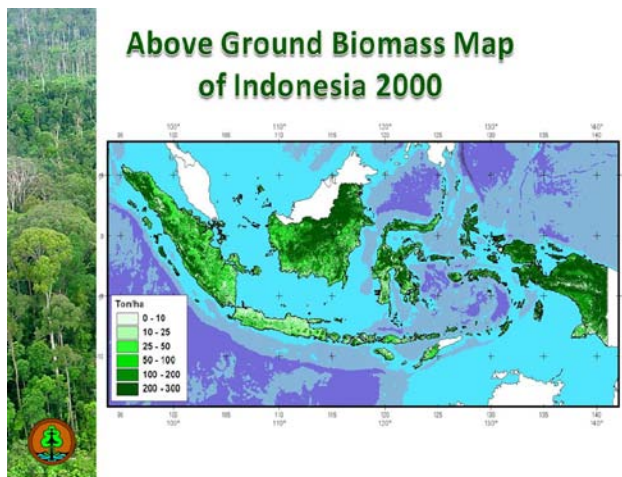
(****insert picture here****)



Peta moratorium

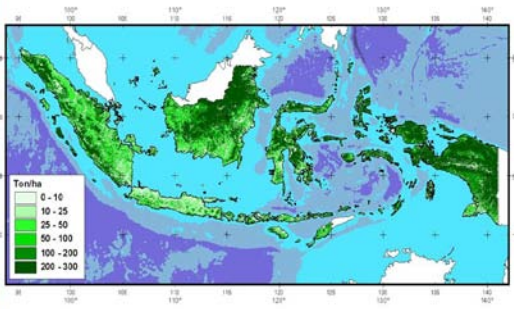
Peta Biomassa Permukaan Hutan

Secara periodic, Kementerian Kehutanan melakukan pemetaan biomassa hutan menggunakan penginderaan jarak jauh (remote sensing). Hasil dari pemetaan jarak jauh ini menghasilkan peta biomassa permukaan Indonesia yang tercatat pada tahun 2000, 2005, dan terakhir 2011.





Above Ground Biomass Map of Indonesia 2005



Above Ground Biomass Map of Indonesia 2011



Sistem Informasi Kehutanan

Hutan di Indonesia—sejalan dengan Undang-Undang no 41/1999—dikelola sepenuhnya oleh Negara untuk kemakmuran rakyat. Pemerintah diberi wewenang pengurusan hutan untuk mengatur dan mengurus hutan dan hasil hutan, menetapkan status, dan mengatur hukum antara orang dengan hutan.'

Pengurusan hutan salah satunya meliputi perencanaan kehutanan yang bertujuan mewujudkan penyelenggaraan kehutanan yang efektif dan efisien untuk mencapai manfaat fungsi hutan yang optimum dan lestari.

Aktivitas perencanaan kehutanan meliputi inventarisasi hutan, pengukuhan kawasan hutan, penatagunaan kawasan hutan, pembentukan wilayah pengelolaan hutan, dan penyusunan rencana kehutanan. Oleh sifat dan tujuannya tersebut, perencanaan kehutanan membutuhkan sistem informasi sumber daya hutan yang handal.



Sistem informasi sumber daya hutan menjadi basis bagi seluruh aktivitas perencanaan dan pengelolaan hutan. Informasi pemetaan, misalnya menjadi dasar bagi kegiatan pengukuhan kawasan hutan. Sebelum dikukuhkan, kawasan hutan perlu disusun informasi atau peta penunjukan kawasan hutan, rencana trayek batas, pemancangan patok batas sementara, penataan batas kawasan hutan, dan akhirnya penetapan kawasan hutan

Penetapan kawasan hutan di Indonesia adalah suatu penegasan tentang kepastian hukum mengenai status, batas dan luas suatu kawasan hutan menjadi kawasan hutan tetap. Berdasarkan hasil

pengukuhan kawasan hutan Pemerintah menyelenggarakan tataguna kawasan hutan. Tataguna kawasan hutan meliputi kegiatan penetapan fungsi dan penggunaan kawasan hutan, serta berbagai kegiatan dalam rangka menetapkan fungsi dan penggunaan kawasan hutan.

Penggunaan kawasan hutan untuk kepentingan pembangunan di luar kegiatan kehutanan hanya dapat dilakukan di dalam kawasan hutan produksi dan kawasan hutan lindung dan diatur dengan keputusan Presiden.

Alokasi Fungsi Hutan

Penetapan alokasi fungsi hutan di Indonesia dilakukan pertimbangan utama keselamatan lingkungan/geografis atau environmental/geographical safeguards dan kekayaan alam atau biodiversity safeguards.

Biodiversity Safeguards

Alokasi fungsi hutan dengan mempertimbangkan kekhasan dan biodiversity menelurkan alokasi fungsi Hutan Konservasi dan Hutan Lindung. Hutan Konservasi yang terdiri dari Hutan Suaka Alam (Cagar Alam dan Suaka Margasatwa), Hutan Pelestarian Alam (Taman Nasional, Taman Hutan Raya dan Taman Wisata Alam), dan Taman Buru.

Taman buru adalah kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat wisata berburu. Kriteria taman buru: Areal yang ditunjuk mempunyai luas yang cukup dan lapangannya tidak membahayakan; dan/atau Kawasan yang terdapat satwa buru yang dikembangbiakan sehingga memungkinkan perburuan secara teratur dengan mengutamakan segi rekreasi, obyek dan kelastarian.

FUNGSI HUTAN KONSERVASI

- Hutan konservasi adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya.
- Kawasan hutan suaka alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya, yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan.
- Kawasan hutan pelestarian alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya.

Geographical Safeguards

Alokasi fungsi hutan juga mempertimbangkan keselamatan lingkungan dan geografinya, yaitu jenis tanah, intensitas hujan, dan kemiringan lahan. Tiga pertimbangan keselamatan lingkungan dan geografi ini membangun fungsi alokasi hutan menjadi Hutan Lindung, dan Hutan Produksi.

Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut dan memelihara kesuburan tanah.

Sementara Hutan Produksi adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan. Hutan Produksi terdiri dari Hutan Produksi Terbatas, Hutan Produksi Biasa, Hutan Produksi yang dapat dikonversi.

Dalam menetapkan kawasan hutan, Kementerian Kehutanan telah memiliki pembobotan atau scoring berdasarkan kondisi geografis tempat hutan itu berada. Faktor yang dipertimbangkan dalam penentuan

skor kawasan hutan yaitu kelerengan lapangan, jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi, dan intensitas curah hujan.

Faktor Kelerengan

Kelas Lereng	Kelerengan	Keterangan
1	0 – 8 %	Datar
2	8 – 15 %	Landai
3	15 – 25 %	Agak Curam
4	25 – 45 %	Curam
5	45 % atau lebih)*	Sangat Curam

*) Lereng sangat curam menurut Kepres 32/1990 menggunakan selang 40 % atau lebih

Faktor Jenis Tanah

Kelas Tanah	Jenis Tanah	Keterangan
1	Aluvial, Tanah Glej, Planosol, Hidromorf Kelabu, Literit Air Tanah	Tidak Peka
2	Latosol	Agak Peka
3	Brown Forest Soil, Non Calcic Brown, Mediteran	Kurang Peka
4	Andosol, Laterit, Grumosol, Podsol, Podsolik	Peka
5	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	Sangat Peka

Faktor Intensitas Curah Hujan

Kelas Intensitas Hujan	Intensitas Hujan (mm/hari hujan)	Keterangan
1	s/d 13.6	Sangat Rendah
2	13.6 – 20.7	Rendah
3	20.7 – 27.7	Sedang
4	27.7 – 34.8	Tinggi
5	34.8 ke atas	Sangat Tinggi

Berdasarkan kondisi geografis alamiah yang ada tersebut, skor penetapan kawasan hutan dihitung dengan rumus:

$$\text{SKOR} = 20 (\text{KELAS LERENG}) + 15 (\text{KELAS TANAH}) + 10 (\text{KELAS INTENSITAS HUJAN})$$

Setelah dihitung dengan rumus tersebut, penentuan alokasi hutan didasarkan oleh pembobotan sebagai berikut:

SKOR 175 ke atas	= Hutan Lindung
SKORE 125 – 174	= Hutan Produksi Terbatas
SKORE < 125	= Hutan Produksi Biasa

HUTAN LINDUNG

Kawasan hutan dengan faktor-faktor lereng, jenis tanah dan intensitas hujan setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai (skore) 175 atau lebih. Selain itu, alokasi hutan lindung dipersyaratkan untuk kondisi tertentu, yaitu:

- Kawasan hutan yang mempunyai lereng lapangan 40% atau lebih
- Kawasan hutan yang berada pada ketinggian 2000 meter atau lebih di atas permukaan laut
- Kawasan hutan yang mempunyai tanah sangat peka terhadap erosi dengan lereng lapangan lebih dari 15%
- Kawasan hutan yang merupakan daerah resapan air
- Kawasan hutan yang merupakan daerah perlindungan pantai

HUTAN PRODUKSI

■ Hutan Produksi Terbatas

Kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah dan intensitas hujan, setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai antara 125-174, di luar kawasan lindung, hutan suaka alam, hutan pelestarian alam dan taman buru.

■ Hutan Produksi Tetap

Kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah dan intensitas hujan, setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai di bawah 125 di luar kawasan lindung, hutan suaka alam, hutan pelestarian alam dan taman buru

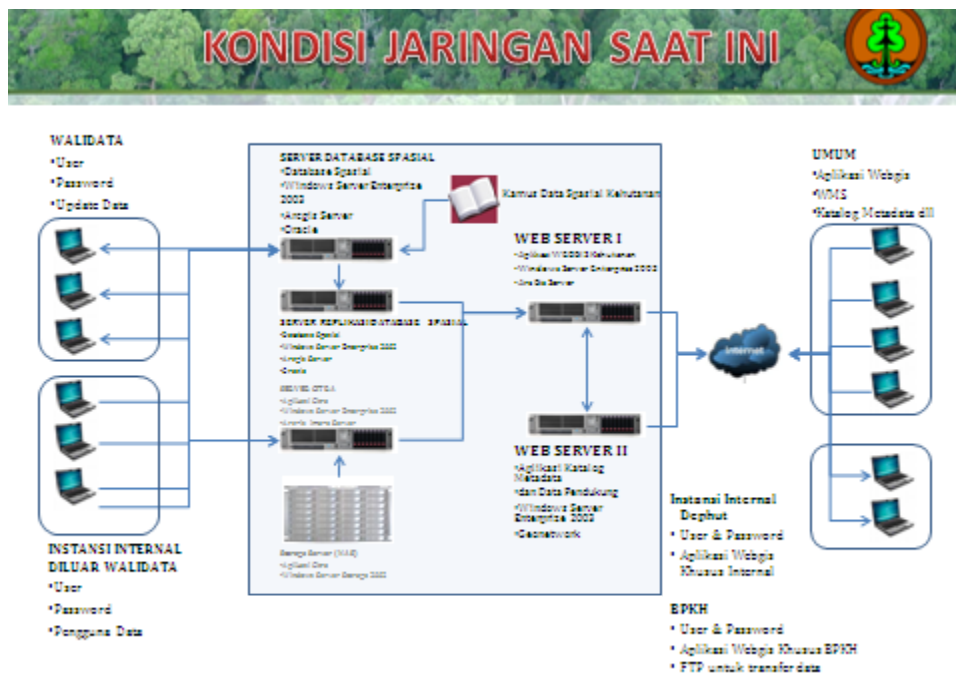
■ Hutan Produksi yang Dapat Dikonversi

Kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah dan intensitas hujan setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai 124 atau kurang, di luar hutan suaka alam dan hutan pelestarian alam. Kawasan hutan yang secara ruang dicadangkan untuk digunakan bagi pengembangan transmigrasi, pemukiman, pertanian, perkebunan.

Jaringan Data Spasial

Dalam mengelola variasi data dari hasil monitoring (satelit maupun lapangan), serta 28 walidata yang ada, Kementerian Kehutanan memiliki unit kliring Jaringan Data Spasial yang bekerja sebagai simpul jaringan. Simpul jaringan di Kementerian Kehutanan ini merupakan salah satu simpul jaringan data spasial nasional.

Bahan masukan atau input dari unit kliring ini berasal dari 28 walidata yang ada di seluruh Kementerian Kehutanan. Selain peta-peta tematik, deforestasi, rekalkulasi, dan moratorium, bersama dengan walidata Jaringan Data Spasial juga mengeluarkan data dan peta tematik lain, seperti analisis lahan kritis, peta tegakan hutan, zonasi benih, titik panas, keanekaragaman hayati dll.



Jaringan Data Spasial ini berperan sebagai etalase, pengumpul dan penyebarluasan data spasial. Data spasial yang dimiliki Kementerian Kehutanan diolah, dikelola, diedit, ditingkatkan kualitasnya (enhanced) sehingga bisa layak tampil dan dipahami umum.

Hasilnya, data spasial yang dihasilkan digunakan untuk instansi kehutanan dalam membangun Rencana Kehutanan Tingkat Nasional, konfirmasi perijinan, serta publik yang mengakses untuk kepentingan riset, selain lembaga pemerintah yang membutuhkan data spasial sebagai rujukan.

Dalam penyebarluasan, akses terbuka untuk public dibangun melalui situs www.webgis.dephut.go.id. Melalui situs tersebut, public bisa mengakses dan mendapatkan data-data final dan peta tematik yang dihasilkan dari pemantauan hutan Indonesia.

Penerapan aplikasi WebGIS Kehutanan ini bertujuan menyediakan akses terhadap data dan informasi spasial kehutanan secara mudah dan cepat. Webgis kehutanan menjamin public untuk memperoleh informasi keberadaan data spasial, melihat, memperoleh, dan menggunakan data spasial kehutanan.

FOREST REL

Karbon Hutan

Berbagai bencana akibat perubahan iklim yang kini semakin sering dialami, membuat kita semakin menyadari pentingnya menjaga kelestarian hutan. Apalagi sejak disepakati gejala perubahan iklim berupa pemanasan global ternyata disebabkan oleh efek gas rumah kaca. Gas-gas tertentu, terutama karbon yang secara berlebihan masuk ke atmosfer memperangkap panas, sehingga mendorong berbagai gejala yang tidak diharapkan.

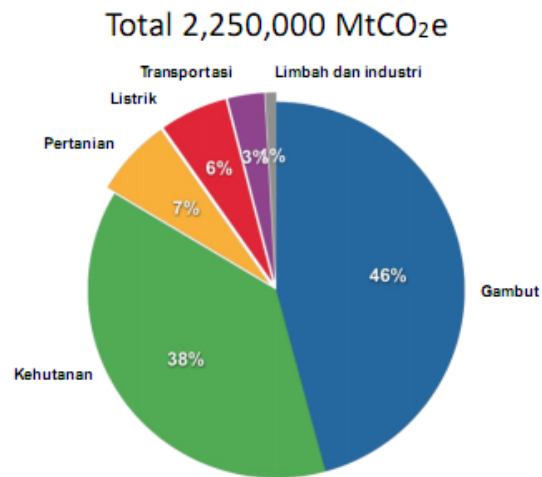
Semakin banyak karbon dan gas rumah kaca lain yang teremisi ke atmosfer, dikhawatirkan semakin tinggi pula pemanasan global akibat efek rumah kaca. Jika Anda bertanya, apa hubungannya antara emisi gas rumah kaca terutama karbon dengan hutan dan kemampuan hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon, maka hal ini dapat dijelaskan secara sederhana dalam proses fotosintesis.

Melalui fotosintesis, pohon menyerap karbon (CO_2) dari atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam keseluruhan volume tubuh (biomassa) pohon seperti dalam batang, daun, akar, umbi buah dan-lain-lain. Biomasa hutan berperan penting dalam siklus karbon. Dari keseluruhan karbon hutan, sekitar 50% di antaranya tersimpan dalam vegetasi hutan.

Oleh karena itu, biomassa hutan sangat relevan dengan isu perubahan iklim yang diakibatkan oleh emisi karbon, hutan memiliki peran yang sangat penting. Hutan bisa berfungsi sebagai penyerap karbon (carbon sink), penyimpan karbon (carbon pool). Atau hutan menjadi pengemisi karbon (carbon emitter), jika terjadi kerusakan kebakaran, pembalakan atau deforestasi dan degradasi hutan.

Di Indonesia, degradasi dan deforestasi hutan dan lahan gambut menjadi salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca. Dari 2.250.000 metrik ton, sektor kehutanan dan lahan gambut menyumbang total 84 persen dari emisi gas rumah kaca.

Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia



Secara global, semua negara sudah sepakat bahwa upaya meredam laju perubahan iklim harus dilakukan antara lain dengan menekan deforestasi dan degradasi. Kesadaran global ini terwujud dalam apa yang dikenal sebagai REDD+ (Reduksi Emisi dari Deforestasi dan Degradasi). REDD+ merupakan skema insentif ekonomi yang diberikan kepada negara berkembang untuk mendorong pengelolaan hutan berkelanjutan dalam rangka pengurangan emisi karbon.

Dalam dokumen Strategi Nasional REDD+ yang dilansir Satuan Tugas Persiapan Kelembagaan REDD+ Indonesia, disebutkan bahwa Indonesia berkepentingan menjalankan program REDD+ untuk mengurangi emisi yang cukup besar dari sektor kehutanan dan penggunaan lahan dengan menurunkan tingkat deforestasi dan degradasi hutan secara signifikan. Indonesia juga berkepentingan ikut menekan laju pemanasan global karena termasuk negara yang rentan terhadap dampak perubahan iklim.

REDD+ dikembangkan dalam kerangka pembangunan rendah karbon dan ekonomi hijau untuk memastikan bahwa upaya penanganan perubahan iklim dari sektor penggunaan lahan dilakukan sejalan dengan kebijakan dan kebutuhan pembangunan berkelanjutan Indonesia. Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi sebesar 26 persen dari skenario pembangunan Business as Usual (BAU) pada tahun 2020 dengan dana sendiri tanpa mengorbankan pembangunan di sektor lain, atau 41 persen jika mendapatkan bantuan internasional.

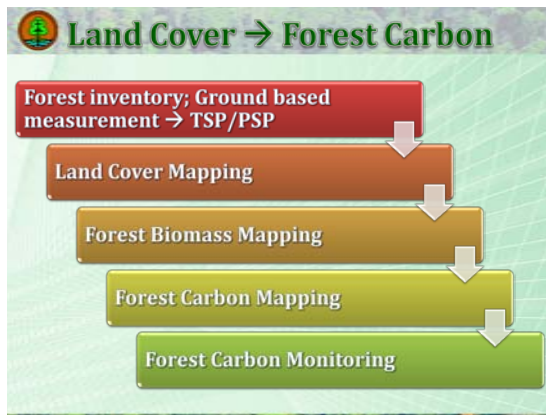
Walaupun semua negara secara prinsip telah sepakat dengan mekanisme REDD+ ini, skim pembayaran REDD+ memang masih terus dibahas, penyiapan sistem dan mekanisme yang akan digunakan. Sistem

pemantauan, pelaporan, dan verifikasi (Monitoring, Reporting, and Verification) sedang dibangun dengan berfokus pada pemantauan karbon hutan.

Sistem monitoring dan pelaporan hutan berkaitan dengan REDD+ memiliki tugas utama antara lain yaitu melacak perubahan karbon hutan berkaitan dengan penyebab perubahan tutupan hutan, membandingkan tren karbon hutan berdasarkan “baseline” (REL/RL). Berkaitan dengan rencana implementasi REDD+ ini, potret karbon hutan dan baseline dan proyeksi emisi menjadi salah satu tugas utama dalam pemantauan hutan.

Pemantauan Karbon

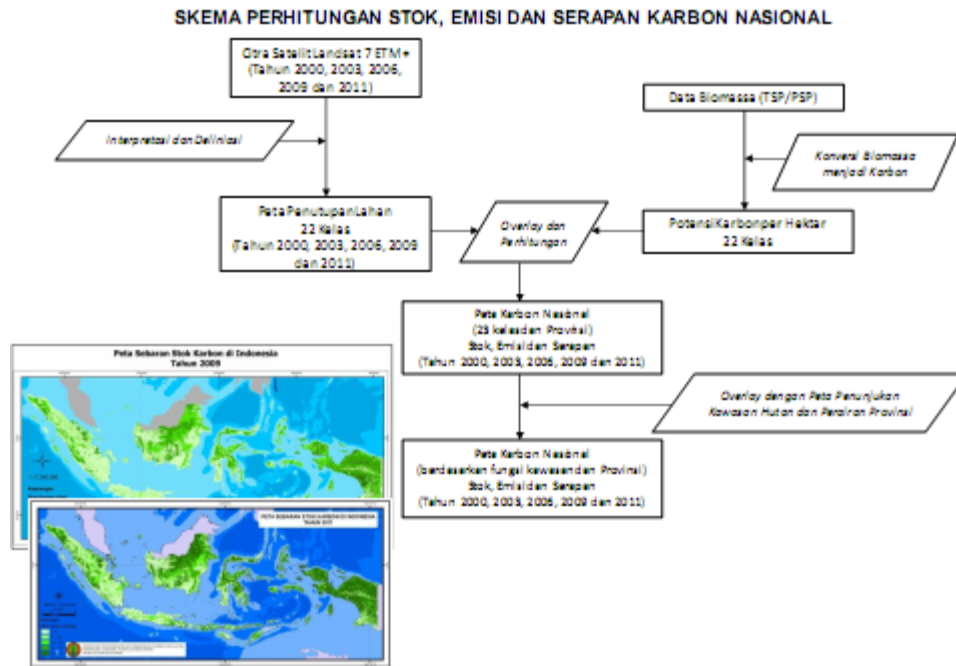
Dalam pemantauan hutan yang dikaitkan dengan pemantauan karbon, Kementerian Kehutanan telah menyusun tahapan pemantauan mulai dari Inventarisasi Hutan melalui pengukuran lapangan (TSP/PSP), pemetaan tutupan lahan, dan pemetaan biomassa hutan.



Untuk memasuki tahap pemetaan karbon hutan, Indonesia telah membangun model Peta Karbon Nasional berdasarkan 23 kelas pemantauan dan provinsi, serta peta karbon nasional berdasarkan fungsi. Peta karbon nasional, disusun dengan menggabungkan pemetaan jarak jauh yang diinterpretasi menjadi peta penutupan lahan.

Peta penutupan lahan berdasarkan 22 kelas ini di tumpang susun (overlay)-kan potensi karbon per hektar—yang merupakan hasil data biomassa (TSP/PSP) lapangan yang dikonversi menjadi karbon. Tumpang susun dan perhitungan dari 22 kelas peta penutupan lahan dan potensi karbon ini menjadi peta karbon nasional berdasarkan 22 kelas dan provinsi. Jika peta karbon ini di-tumpang susun dengan

peta penunjukkan kawasan dan perairan provinsi, akan didapat peta karbon nasional berdasarkan fungsi kawasan dan provinsi.



Emisi Historis dan Proyeksi Emisi

Memetakan emisi karbon menjadi bagian penting dari keberhasilan pemantauan hutan dalam kaitannya dengan pengurangan emisi gas rumah kaca dan REDD+. Dalam mengukur pengurangan emisi gas rumah yang dilakukan melalui aktivitas REDD+, dilakukan perbandingan dengan kondisi dasar atau baseline, yang dikenal dengan Forest Reference Emission Level (REL) dan forest Reference Levels (RLs).

REL didefinisikan sebagai jumlah kasar emisi dari sebuah area geografis yang diduga dalam periode waktu tertentu, sementara RL adalah jumlah emisi bersih/kasar dan pelepasan dari area yang dihitung dalam periode waktu tertentu. Definisi lain, REL adalah tingkat emisi yang digunakan untuk menunjukkan pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan yang berhasil dihindari. Sementara RL adalah tingkat stok karbon yang digunakan untuk menunjukkan pengurangan emisi dari konservasi, pengelolaan hutan lestari, dan peningkatan stok karbon.

REL/RL hutan adalah garis standar (baseline) Business as Usual (BAU) yang harus konsisten dengan emisi gas rumah kaca yang bisa disimpan. REL/RL diturunkan dari rata-rata emisi historis dalam periode waktu tertentu yang dihitung dengan pendekatan hati-hati dengan mengkaitkan dengan Faktor Penyesuaian.

Inisiatif untuk menerapkan REDD+ membutuhkan pengembangan dari skenario baseline yang mewakili perubahan stok karbon di hutan dan emisi gas rumah kaca, serta penurunan yang terjadi tanpa intervensi REDD+. Skenario Baseline akan digunakan sebagai referensi untuk menentukan hasil reduksi emisi dari proyek REDD+ yang diusulkan.

Grafik di bawah ini menggambarkan skenario *baseline* atau REL, yang merupakan ekstrapolasi emisi historis di area tertentu di tingkat nasional atau subnasional. Intervensi REDD+ akan mengubah trend emisi menjadi lebih rendah. Perbedaan antara REL dan emisi aktual dalam pengukuran dan pelaporan tahun berjalan adalah kredit reduksi emisi yang bisa diklaim sebuah negara sebagai insentif finansial.

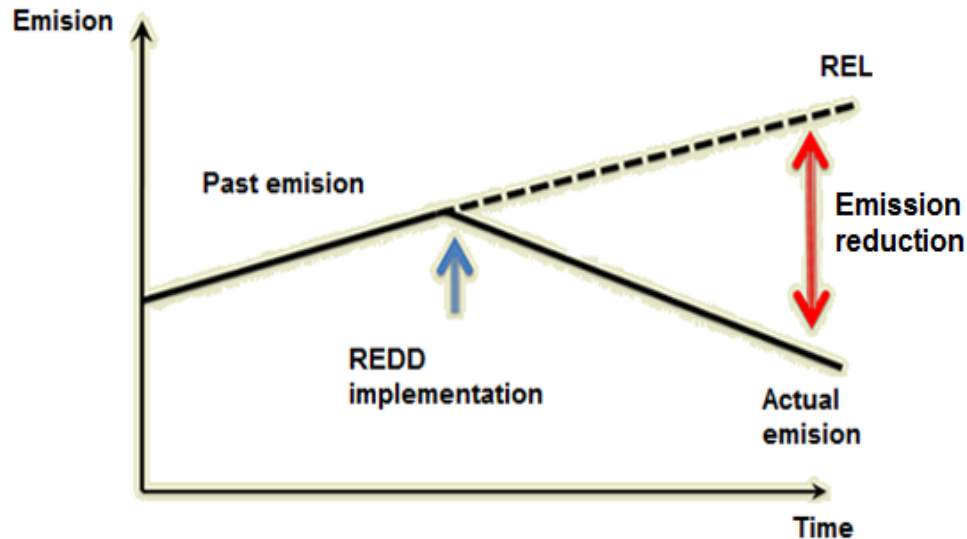
Metode penghitungan proyeksi emisi ini terpusat pada data historis dari perubahan tutupan lahan di area tertentu, nasional atau subnasional. Negara atau provinsi yang memiliki tingkat deforestasi rendah bisa menerapkan REL lebih tinggi daripada emisi historis. Sementara negara atau provinsi dengan tingkat deforestasi tinggi seperti Indonesia bisa langsung menggunakan emisi historis sebagai REL.

Metode emisi historis ini paling sederhana dibanding metode-metode lain. Metode ini memproyeksikan emisi masa datang dari data historis. Penghitungan emisi historis didasarkan pada data perubahan tutupan lahan dan factor emisi. Kemudian, setelah menentukan tahun proyeksi, hasil REL bisa didapatkan.

Secara umum, metode ini membutuhkan sejumlah data, terutama data tutupan lahan. Metode berbasis emisi historis (HB) menggunakan emisi historis dalam periode waktu tertentu sebagai pembanding dalam menilai reduksi emisi. Data emisi merupakan sintesa dari data aktivitas dalam bentuk data perubahan tutupan lahan dan faktor emisi.

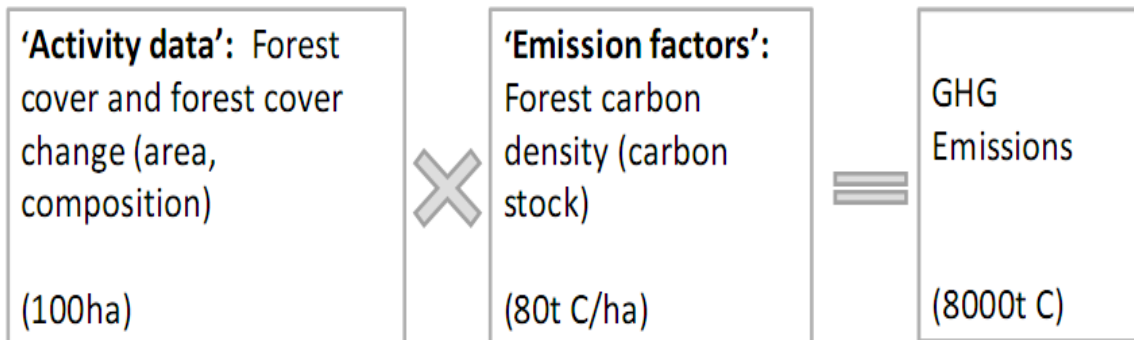
Kelebihan metode ini antara lain adalah sebagai pendekatan paling sederhana dan paling murah, tidak ada lagi data yang diperlukan selain data historis tutupan lahan dalam 20 atau 10 tahun, hanya

diperlukan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jarak Jauh standar dalam melakukan analisis dan penghitungan, dan metode ini paling mudah dipahami oleh pemerintah local.



Gambar. Reference Emission Level

Untuk menghitung emisi karbon, Panel Antar-Pemerintah untuk Perubahan Iklim (Inter-governmental Panel on Climate Change/IPCC) menyarankan penghitungan dengan cara mengkalikan data aktivitas dan faktor emisi.



Data aktivitas adalah informasi tutupan dan perubahan tutupan tiap kelas lahan. Data aktivitas ini diturunkan dari perubahan sistem penggunaan lahan dengan membandingkannya menggunakan data dari tahun berbeda. Menghitung REL membutuhkan data aktivitas dari periode waktu tertentu, 5, 10 atau 20 tahun tergantung dari tingkat akurasi yang ingin dicapai. Kuantifikasi tahunan dari data aktivitas sangat ideal untuk mencapai tujuan REDD+.

Pemantauan Pendorong Deforestasi

Pemantauan hutan lebih dari sekadar memantau kondisi hutan dan emisi karbon yang dihasilkan, tetapi juga memantau factor-faktor pendorong terjadinya deforestasi dan degradasi. Pemantauan terhadap pendorong deforestasi dan degradasi ini sangat berkaitan dengan upaya intervensi dan pembuatan disain kebijakan dalam mengurangi deforestasi dan degradasi hutan.

Secara praktis, untuk memahami dinamika penggunaan lahan dan perubahannya, peta tutupan lahan yang ada bisa di-tumpang susunkan dengan peta tematik lain, seperti konsesi hutan, kawasan pertanian, batasan administrative, jalan, dan sungai.

Kementerian Kehutanan melalui Direktorat Jendral Planologi Kehutanan melaporkan perubahan tutupan lahan dalam laporan Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia, Penghitungan Degradasi Hutan Indonesia, dan Penghitungan Deforestasi Indonesia. Informasi dan peta yang disusun sebagian besar menggunakan pemetaan satelit Landsat 7ETM+ yang disusun secara periodik.

Dalam laporan terakhir, angka deforestasi rata-rata tahunan periode 2006-2009 di Indonesia mencapai 0,83 juta hektare per tahun. Deforestasi ini terjadi di dalam dan di luar kawasan hutan. Deforestasi terbesar terjadi di dalam kawasan hutan (73,4 persen), sedangkan di luar kawasan hutan, deforestasi terjadi sebesar 26,6 persen. Sementara itu, angka degradasi hutan Indonesia pada periode yang sama mencapai 446,9 ribu hektare per tahun. Degradasi di dalam kawasan hutan mencapai 97 persen (433,7 ribu hektare per tahun), dan sisanya di luar kawasan hutan (13,1 ribu hektare per tahun).

Dalam laporan Penghitungan Deforestasi Indonesia Periode 2006-2009 tersebut dinyatakan bahwa kegiatan yang ditengarai sebagai penyebab pengurangan luas hutan adalah konversi kawasan hutan untuk tujuan pembangunan sector lain, misalnya perkebunan dan transmigrasi. Penyebab lain adalah pembalakan, pencurian kayu atau penebangan liar (*illegal logging*), pertambangan, perambahan dan okupansi lahan, serta kebakaran hutan.

Penyebab dari deforestasi memang bisa terjadi secara terencana atau legal, dan tidak terencana atau illegal. Deforestasi yang terencana, biasanya berkaitan dengan kebijakan pemerintah pusat dan local

dalam mengembangkan perkebunan, pertanian, atau perumahan. Sementara, pembalakan, perambahan, dan penebangan liar adalah aktivitas ilegal.

Faktor pendorong Deforestasi dan degradasi hutan sangat bervariasi, dari sisi pemerintah (pusat, regional, dan local), kelompok kepentingan seperti industri pertambangan, perkebunan terutama sawit, kebutuhan masyarakat akan kayu dan hasil hutan lainnya, hingga kepentingan internasional yang berkelindan.

Tentu saja, tingginya deforestasi dan degradasi hutan ini telah mengurangi kemampuan hutan Indonesia dalam menyerap karbon. Oleh karena itu, menjaga hutan dari deforestasi dan degradasi adalah langkah yang perlu dilakukan. Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi 26 persen emisi dengan scenario standar “business as usual” pada 2020. Jika mendapat bantuan internasional, pemerintah berjanji mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 41 persen.

Komitmen ini antara lain dengan penerbitan Perpres 61/2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) dan Perpres 71/2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi GRK nasional. Pemantauan hutan—termasuk pemantauan pendorong deforestasi dan degradasi hutan—menjadi bagian penting dalam upaya ini.

Kementerian kehutanan merancang pemantauan sebagai upaya untuk mengetahui kondisi hutan terkini sebagai pendukung perencanaan pembangunan, laju perubahan penutupan lahan sebagai bahan pengawasan terhadap pengelolaan hutan yang telah dilaksanakan, dan kecenderungan perubahan hutan sehingga dapat diantisipasi secara dini arah perubahan yang tidak diinginkan.

Rujukan

Anonim, 2011. *Penghitungan Deforestasi Indonesia Periode 2006-2009*, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Anonim, 2011. *Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Periode Tahun 2009-2010*, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Anonim, 2011. *Penghitungan Degradasi Hutan Indonesia Periode 2006-2009*, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Anonim, 2008. *Pemantauan Sumber Daya Hutan*, Pusat Inventarisasi dan Perpetaan Kehutanan, Badan Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Anonim, 2012. *Pedoman Geodatabase Tingkat Provinsi*. Sub Direktorat Jaringan Data Spasial, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Anonim, 2012. *Strategi Nasional REDD+*, Satuan Tugas Persiapan Kelembagaan REDD+ Indonesia.

Anonim, 2012. *Kajian Metode dan Rancangan National Forest Inventory (NFI) Indonesia dan Rekomendasi Penyempurnaannya*, UN-REDD.

Anonim 2012. *Statistik Kehutanan 2011*. Sub Direktorat Statistik dan Jaringan Komunikasi Data Kehutanan, Direktorat Perencanaan Kawasan Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Indrarto, G. B. dkk, 2012. *The Context of REDD+ in Indonesia: Drivers, agents and institutions*. Working Paper 92. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Rahayu, Yuyu dan Ruandha Agung Sugardiman (ed.), 2011. *Basis Data Spasial Kehutanan*, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Surjadi, Indrawan dkk. 2012. *Methodical Option on Calculating Reference Emission Level*, Technical Report Draft, UN-REDD.

Sutaryo, Dandun, 2009. *Penghitungan Biomassa, Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon*, Wetlands International Indonesia Programme.